HUTNIK

10

1951

Metale nieżelazne

CZASOPISMO NAUKOWO-TECHNICZNE POŚWIĘCONE ZAGADNIENIOM HUTNICTWA

WYDAWCA: PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE - KATOWICE

TREŚĆ

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

ADRES REDAKCJI I ADMINISTRACJI: KATOWICE, UL. STAWOWA 19, TEL. 324-44/45
KOLPORTAŻ: PPK „RUCH", KATOWICE, UL. 3 MAJA 23, TEL. 317-75

WARUNKI PRENUMERATY: PRZEDPŁATA KWARTALNA NORMALNA 27,— zł, ULGOWA 9,— zł

KONTO PKO KATOWICE III 12000/110. CENA ZESZYTU POJEDYNCZEGO 9,— zł

Format A4. Obj. ark. druk. 5¼. Nakład 2300 egz.
Papier. druk. sat. kl. V, 61×86. 60 g/m²
Numer zamówienia 2903 z dnia 24.VIII.51. Druk ukończono 10.X.51.
Drukarnia: Robotnicza Spółdzielnia Wydawnicza „Prasa", Katowice, ul. Sobieskiego 11. R-2-10679

HUTNIK

CZASOPISMO NAUKOWO-TECHNICZNE POŚWIĘCONE ZAGADNIENIOM HUTNICTWA

ROCZNIK XVIII KATOWICE – PAŹDZIERNIK 1951 NR 10

Inż. MARIAN ORMAN

K. D. 669.713.723

Elektroliza tlenku glinu

Technologia procesu elektrolizy. — Reguła prowadzenia procesu. — Sposoby usuwania zaburzeń biegu elektrolizerów. — Produkty uboczne procesu elektrolizy i sposoby ich zużytkowania. — Bilans materiałowy procesu.

Proces elektrolizy

Proces elektrolizy tlenku glinu prowadzi się w elektrolizerach.[1] W wyniku procesu elektrolizy Al_2O_3, aluminium wydziela się na katodzie, którą stanowi węglowe dno wanny, tlen zaś wydziela się na anodach zanurzonych w elektrolicie ($3NaF \cdot AlF_3 + Al_2O_3$), spalając je na CO_2 i CO. Do elektrolizy Al_2O_3 potrzebny jest prąd stały, który w nowoczesnych elektrolizerach osiąga natężenie 20 do 100 tysięcy amperów. Prąd ten dostarczają przetwornice (mniejsze natężenia) lub prostowniki rtęciowe (najwyższe natężenia). Zazwyczaj bateria prostowników obsługuje serię elektrolizerów złożoną z kilkudziesięciu sztuk (60 — 120) połączonych szeregowo. Ponieważ przy uruchamianiu serii elektrolizerów, zarówno napięcie, jak i początkowe natężenie stanowią jedynie ułamek normalnego napięcia i natężenia, źródło prądu musi być tak elastyczne, aby sprostać temu zadaniu. Osiąga się to przy prostownikach przez odpowiednie łączenie ich szeregowo i równolegle.

Uruchamianie elektrolizera może odbywać się na sucho lub na mokro. Uruchamianie na sucho polega na stopieniu elektrolitu w wannie łukiem elektrycznym powstającym między dnem wanny a anodą. Dla zapoczątkowania łuku i stworzenia oporu grzewczego ustawia się między anodą a dnem krążek węglowy. Po stopieniu kriolitu, co wymaga stałego napięcia 30 — 40 woltów, zasypuje się tlenek glinu i z tą chwilą rozpoczyna się praca elektrolizera. Uruchamianie na mokro polega na wlaniu do wanny roztopionego kriolitu pobranego z sąsiedniego pracującego elektrolizera. Jest to sposób krótszy i szybszy od uruchomienia suchego, chociaż dla wprawnej obsługi uruchamianie suche nie przedstawia większych trudności. W obu przypadkach przed uruchamianiem należy wannę nagrzać do temperatury 700 — 800° C prądem, przepuszczając go przez wannę napełnioną odłamkami starych anod.

Przy normalnym biegu elektrolizera przeprowadzanie procesu polega na zasilaniu kąpieli tlenkiem glinu, wyczerpywaniu metalu (spust), korygowaniu składu elektrolitu oraz regulacji i wymianie upalonych lub zniszczonych anod na nowe.

Na powierzchni elektrolitu tworzy się skorupa ze skrzepłego elektrolitu grubości od 2 do 8 cm, która poważnie zmniejsza promieniowanie, zapobiegając równocześnie hydrolizie stopionych fluorków pod wpływem wilgoci powietrza. Na tę skorupę sypie się tlenek, który polepsza izolację cieplną, a podgrzewając się traci resztki wilgoci.

W miarę postępu elektrolizy, aluminium z rozkładu tlenku gromadzi się na dnie wanny jako cięższe od stopionego kriolitu. Gdy zawartość tlenku w elektrolicie obniży się do około 1—2 %, występuje tzw. ewekt anodowy.[2] W tym momencie kąpiel przestaje zwilżać węglową anodę i oddzielona jest od niej cienką warstwą gazów, głównie tlenku węgla, przez którą prąd przepływa w postaci wielkiej ilości wyładowań iskrowych. Wymaga to zwiększonego napięcia, które wzrasta do 30 a nawet 60 woltów, przy czym kąpiel silnie się rozgrzewa.

Taki wzrost napięcia może spowodować zaburzenia. Nowoczesne elektrolizernie utrzymują automatycznie stałe natężenie prądu a efekt ano-

[1] Hutnik 1951 r., nr 9

[2] Pierwsze naukowe wyjaśnienie tego zjawiska zawdzięczamy radzieckim uczonym P. P. Fedotiewowi, W. P. Ilińskiemu i N. P. Puszinowi. Uczeni ci w latach 1910 — 1934 przeprowadzili szereg badań nad procesem elektrolizy tlenku glinu; najważniejszym ich osiągnięciem jest opracowanie układów podwójnych i potrójnych składników elektrolitu, jak NaF-AlF_3, 3NaF·AlF_3—Al_2O_3, NaF—AlF_3—CaF_2 oraz wyjaśnienie zjawiska efektu anodowego. Prace te stworzyły pierwsze podstawy teoretyczne procesu. Obecnie badania kontynuują badacze radzieccy: W. Maszowiec, W. Baskow, N. Łundina, W. Zinow i inni.

dowy sygnalizują przy pomocy lampki załączonej równolegle do elektrolizera. Lampka w momencie silnego wzrostu napięcia, tj. efektu anodowego żarzy się i zwraca uwagę obsługi, która przez zatopienie tlenku w elektrolit i przemieszanie usuwa efekt. Następnie, gdy powierzchnia pokryje się znowu skorupą, sypie się na nią nową porcję tlenku. Regularne występowanie efektu anodowego dowodzi, że cała ilość tlenku glinu w kąpieli została zużyta. Ponieważ każdy efekt rozgrzewa kąpiel, unika się efektów dodając tlenek wcześniej, na krótko przed przypuszczalnym pojawieniem się efektu. Jako konieczną kontrolę biegu procesu dopuszcza się do wystąpienia co trzeci lub czwarty efekt. Przesada w tym kierunku nie jest celowa, ponieważ efekty ułatwiają zbieranie piany węglowej, oczyszczają kąpiel i pozwalają zorientować się w jej składzie. W określonych odstępach czasu, np. co trzeci lub czwarty dzień następuje spust metalu z elektrolizera. Normalnie stosuje się do tego celu garnczek stalowy lub żeliwny z dziurą w dnie, który wstawia się w elektrolizer po ewentualnym usunięciu jednej anody. Metal wypierany hydrostatycznie przez elektrolit wpływa do garnczka, a stamtąd wyczerpuje się go za pomocą łyżek. Nowszą metodą jest użycie pompy próżniowej lub rury syfonowej. Nowoczesne starannie prowadzone elektrolizery dostarczają metal o czystości 99,8 % Al.

W wieloanodowych elektrolizerach obsługa anod polega na ich regulacji (równomierny pobór prądu, stała odległość od katody) oraz wymianie ogarka na nową anodę.

W elektrolizerach z anodami ciągłymi obsługa polega na ich regulacji, tj. opuszczaniu ich z prędkością równą prędkości upalania się (około 2 cm na dobę) oraz na przedłużaniu płaszcza anody i dodawaniu świeżej masy.

Zaburzenia procesu elektrolizy i sposób ich usuwania

Rozchód energii i surowców w procesie elektrolizy zależy z jednej strony od konstrukcji elektrolizera z drugiej zaś od prawidłowego prowadzenia procesu i nie dopuszczania do zaburzeń, które zwiększają zużycie energii i surowców na tonę wyprodukowanego metalu.

Najważniejszymi zaburzeniami biegu elektrolizera są:

1. zimny bieg,
2. niewłaściwy skład elektrolitu,
3. wilgotne dodatki,
4. niewłaściwe upalanie się anod,
5. gorący bieg.

1. Zimny bieg powstaje na początku pracy elektrolizera, bezpośrednio po uruchomieniu lub po dłużej trwającej przerwie w dostawie prądu. Zasadniczą jego przyczyną jest za mała ilość ciepła doprowadzona przez prąd. Skutkiem zimnego biegu zamarza elektrolit, powstaje nadmiernie gruba skorupa i wzrasta ciężar właściwy elektrolitu. Podobnie jak przy nadmiernym wzbogaceniu się elektrolitu we fluorek wapnia, elektrolit silnie oziębiony zwiększa swój ciężar właściwy tak, że może stać się cięższy od metalu, wskutek czego metal wypływa na wierzch i spala się z powrotem na tlenek. Zimny bieg łatwo usunąć przez zwiększenie odległości między katodą a anodą lub przez podwyższenie natężenia prądu.

2. Niewłaściwy skład elektrolitu. Przy normalnym biegu procesu stosunek drobinowy $NaF:AlF_3 = 3$. Przesunięcie tego stosunku w jedną lub w drugą stronę wpływa ujemnie na proces elektrolizy i obniża jego wydajność.

Zasadniczą cechą umożliwiającą szybkie określenie składu elektrolitu jest jego kwasowość w roztworze wodnym. Czysty kriolit o stosunku $NaF:AlF_3 = 3$ roztarty na proszek i wyługowany wodą wykazuje reakcję obojętną, tj. $p_H = 7$. Kriolit, którego skład przesunął się na stronę fluorku sodu (stosunek $NaF : AlF_3 > 3$), wykazuje w roztworze wodnym reakcję zasadową $p_H > 7$. Kriolit o składzie przesuniętym na stronę fluorku glinu, czyli $NaF : AlF_3 < 3$ wykazuje reakcję kwaśną $p_H < 7$. Określenie wartości p_H wodnego roztworu skrzepłego kriolitu za pomocą potencjometru jest łatwe i szybkie. Do celów ruchowych używa się porównawczej skali barw w zależności od wartości p_H.

Metoda oznaczania jest następująca: 2 — 3 g skrzepłego kriolitu rozciera się na proszek i gotuje w wodzie destylowanej w ciągu 5 do 10 minut. Roztwór odsącza się i zadaje 0,1 cm^3 wskaźnika, np. błękitu metylowego. Otrzymaną barwę roztworu porównuje się ze skalą wzorcową.

Drugim sposobem otrzymania wyniku jest sporządzenie tablicy zależności między wartością p_H i stosunkiem drobinowym między NaF i AlF_3 w kriolicie. Znając tę zależność można po określeniu p_H elektrolitu obliczyć ilość dodatków potrzebną do skorygowania składu elektrolitu. Inne metody określenia składu elektrolitu, jak obserwacja zewnętrznego wyglądu skrzepłego kawałka, barwienie kawałka kroplą wskaźnika są mniej dokładne lecz szybsze i często wystarczające, natomiast metoda obserwacji szlifu skrzepłego elektrolitu trwa dłużej.

Skrzepły kawałek elektrolitu ma — o ile jest zasadowy — przełom niebieskawy, sam kawałek jest twardy, zbity, często przesiąknięty pianą węglową. Próbka kwaśna jest biała, krucha, porowata, na przełomie wykazuje białe kryształy. Próbka obojętna jest również biała lecz matowa, przełom ma zbity.

3. Wilgotne dodatki do kąpieli powodują oprócz niebezpieczeństwa wybuchów i poparzeń rozpryskami elektrolitu przede wszystkim jego hydrolizę według reakcji

$$2AlF_3 + 3H_2O\ 6HF + Al_2O_3$$

$$2NaF + H_2O\ 2HF + Na_2O;$$

powstający przy tym fluorowodór silnie dymi. Skład elektrolitu ulega szybkim nieprzewidzianym zmianom, kąpiel rozstraja się. Dlatego też w kąpieli można zatapiać tylko dodatki gorące, jeżeli nie wprost z pieca, to dłuższy czas wysuszone na skorupie elektrolitu w wannie.

4. Niewłaściwe upalanie się anod spowodowane jest zazwyczaj gorącym biegiem i polega na

powstawaniu szyjek, tj. głębokich wyżarć w anodzie ponad skorupą elektrolitu. Tworzeniu się szyjek sprzyja zbyt duża warstwa tlenku na skorupie. Przeciwdziałać temu można przez zastosowanie koszulek aluminiowych na anodach, polegające na oblaniu każdej anody cieniutką warstewką aluminium. Ponieważ przygotowanie anod z koszulkami jest kosztowne, stosuje się je tylko w przypadku gorszych anod i tylko na anodach środkowych.

5. Najgroźniejszym zaburzeniem jest *gorący bieg*. Aluminium metaliczne na dnie wanny tuż nad swą powierzchnią znajduje się w postaci drobnych kuleczek rozproszonych w elektrolicie, tworząc tzw. mgłę metaliczną. Ze wzrostem temperatury ilość metalu rozpuszczonego w elektrolicie rośnie, mgły metalicznej jest więcej i tworzy ona grubszą warstwę. Wskutek tego mgła dochodzi do anody i tu spala się z powrotem na metal i węgiel według reakcji:

$$2Al + 3CO \rightarrow Al_2O_3 + 3C.$$

Wytworzona według tej reakcji piana węglowa, zwana pianą chemiczną, jest bardzo drobna i nadzwyczaj trudno oddziela się od elektrolitu. Równocześnie następuje wskutek wyższej temperatury elektrolitu szybsze niszczenie anod, które podobnie jak boki węglowe elektrolizera — rozsypują się, a powstająca piana węglowa osiada w elektrolicie.

W wyniku wysokiej temperatury zachodzi pienienie się elektrolitu, przy czym im wyższa temperatura elektrolitu, tym łatwiej piana tonie w nim i nie chce wypływać. Piana węglowa w elektrolicie opadając na dno styka się z metalem i łączy się z nim na węglik glinu według równania:

$$4Al + 3C \rightleftharpoons Al_4C_3$$

Powstający węglik glinu osiada na dnie wanny i tworzy grzyby rozrastające się szybko po całym dnie wanny. Silnie zarośniętą wannę można tylko odstawić, po zakrzepnięciu odkuć dno i uruchomić na nowo.

Zasadniczym sposobem walki z biegiem gorącym jest obniżenie napięcia w elektrolizerze, czyli zmniejszenie odległości międzybiegunowej. Jednakże nie zawsze nadmierna odległość międzybiegunowa jest przyczyną gorącego biegu. Zmiana składu elektrolitu w stronę NaF powoduje tworzenie się węglika glinu wskutek utrudnionego wypływania piany węglowej. Węglik osiada na dnie, a jako słabo przewodzący prąd elektryczny, powoduje wzrost napięcia i rozgrzewanie się kąpieli. W takim przypadku zmniejszenie odległości od dna przez opuszczenie anod wprowadza je w mgłę metaliczną, a proces powstawania piany węglowej chemicznej i węglika glinu przyspiesza się. Dlatego też nie należy wówczas opuszczać anod, lecz poprawić skład elektrolitu przez dodatek AlF_3. Przez zakwaszenie uzyskuje się lepsze, łatwiejsze oddzielenie piany, wypływanie jej na wierzch i spalenie się. Oba te sposoby są możliwe i skutkują tylko na początku biegu gorącego. Po silnym zagrzybieniu węglikiem, elektrolizery można tylko zatrzymać; ratowanie ich jest nieekonomiczne. Obecność węglika w elektrolicie można stwierdzić obserwując przełom skrzepłego kawałka elektrolitu. Węglik widoczny jest w postaci żółtych wtrąceń i żyłek.

Silne spienienie elektrolitu węglem powoduje ucieczkę prądu bokiem przez jedną ze ścian elektrolizera, przesiąknięty bowiem węglem skrzepły elektrolit na bokach wanny przestaje być izolatorem i przepuszcza prąd. Nadmiar piany węglowej łącznie z tworzącym się węglikiem może utworzyć na dnie szlam. Usunięcie węglika z wanny, gdy już utworzył grzyby na dnie, jest bardzo trudne, ponieważ węglik silnie przywiera do dna. Częściowo rozkłada się on przy obniżeniu temperatury (np. przez obniżenie natężenia prądu) i przy zakwaszeniu wanny. Obserwuje się wówczas wypływanie na powierzchnię elektrolitu dużych ilości piany węglowej, którą zbiera się dziurkowanymi łyżkami.

Należy zaznaczyć, że proces rozgrzewania się wanny wskutek spalania się metalu przy anodach i pienieniu się elektrolitu jest procesem samoprzyspieszającym się. Nieuwaga lub nieumiejętność obsługi może doprowadzić bardzo szybko (w parę godzin) do całkowitego rozstroju procesu. Elektrolizer, w którym utworzyły się większe ilości węglika, należy zatrzymać i po oczyszczeniu dna z grzybów uruchomić na nowo, warstwa bowiem węglika na dnie źle przewodzi prąd i zmusza do prowadzenia procesu przy wyższym napięciu, co powoduje z jednej strony większe zużycie energii, z drugiej zaś większe zużycie energii rozgrzewa kąpiel. Prowadzi to do wzrostu zużycia materiałów i niebezpieczeństwa powstawania ciągłych zaburzeń. Prowadzenie takich elektrolizerów jest wysoce nieekonomiczne. Koszt zatrzymania elektrolizera jest również bardzo wysoki, ponieważ zniszczeniu ulega cały elektrolit napełniający wannę i odkuwanie zakrzepłego elektrolitu niszczy wyłożenie wanny. Cały przebieg ma trwać 2 do 3 dni. Widać stąd, jak ważną rzeczą dla utrzymania niskich kosztów własnych jest właściwa i uważna obsługa gdy weźmie się pod uwagę, że w każdym elektrolizerze proces przebiega sam dla siebie indywidualnie i każdy wymaga osobnej uwagi. Przeciętne elektrolizernie o wydajności 30 — 50 tysięcy ton aluminium na rok posiadają 300 — 450 elektrolizerów w pracy.

Na dnie wanny mogą utworzyć się również tzw. grzyby tlenkowe. Przyczyną ich powstawania jest albo zbyt duży dodatek tlenku do elektrolitu, ponad granicę jego rozpuszczalności w elektrolicie (15 %) lub nieodpowiedni skład elektrolitu. Elektrolit przesunięty w składzie w stronę AlF_3 (kwaśny) ma mniejszą rozpuszczalność Al_2O_3 i nadmiar tlenku może wypaść z roztworu, tworząc na dnie grzyby. Grzyby te łatwo usunąć przez rozpuszczenie ich w elektrolicie po poprawieniu jego składu i wstrzymaniu na pewien okres dodatku tlenku glinu. Jeżeli na dnie znajduje się grubsza warstwa metalu i tlenek jest nią przykryty, należy spuścić metal, aby odsłonić grzyby tlenkowe i umożliwić im rozpuszczenie się w elektrolicie.

Produkty odpadkowe

Produktami odpadkowymi elektrolizy aluminium są: piana węglowa, złom anod i gazy.

Piana węglowa jest to węgiel, który dostaje się do elektrolitu wskutek rozsypywania się anod (węgiel pochodzenia mechanicznego) i w wyniku reakcji chemicznych przy anodach (węgiel chemiczny).

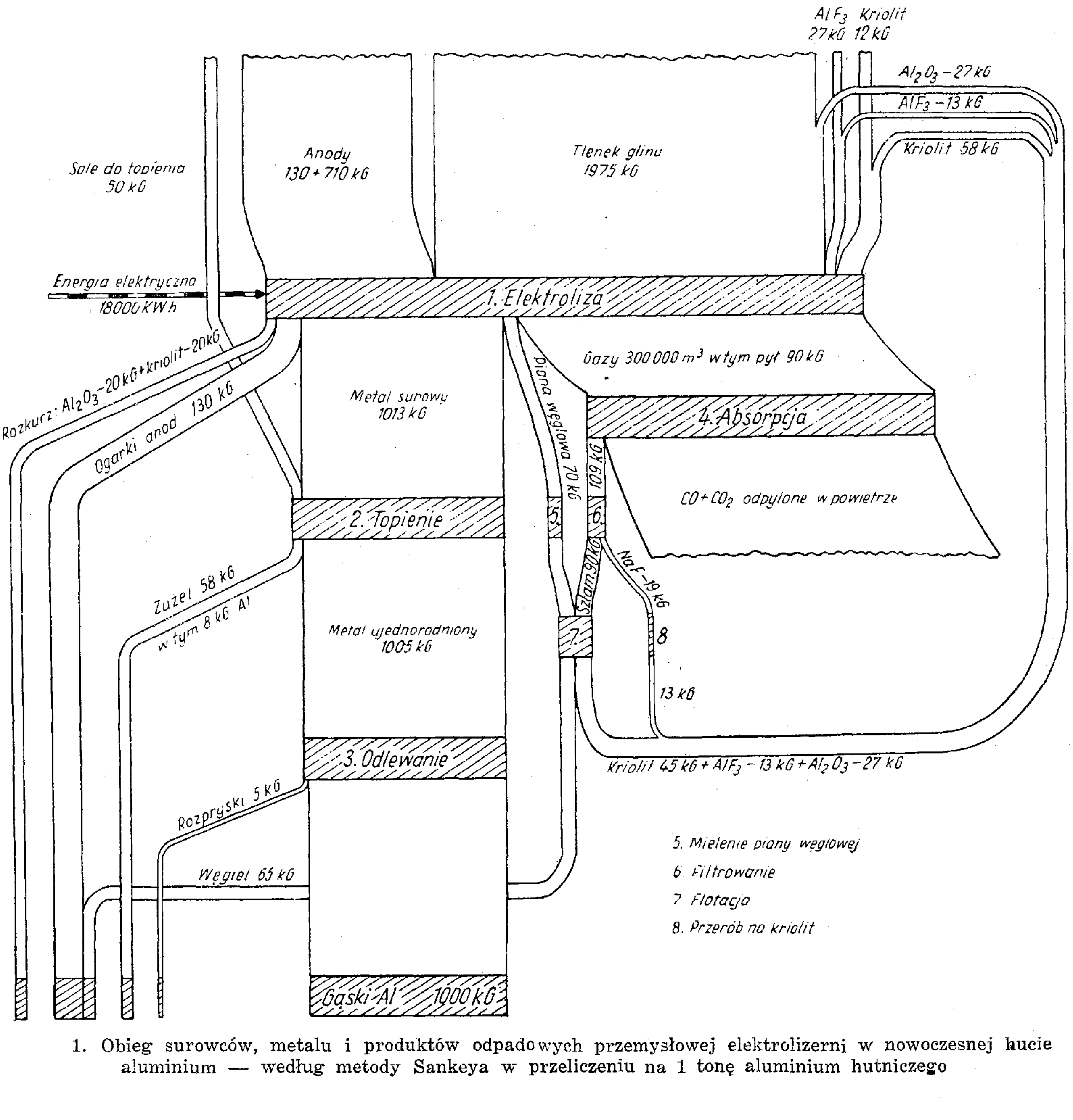
Większość węgla dostająca się do elektrolitu spala się. Pozostała ilość wypływa na powierzchnię i jest okresowo jako tzw. piana ściągana z wanny. Pianę węglową z powierzchni elektrolitu zbiera się dziurkowaną łyżką zazwyczaj po ustąpieniu efektu anodowego. W istocie swej piana stanowi elektrolit nasycony cząstkami węgla. Dobrze wyczerpana piana zawiera 60 — 70 % elektrolitu i jest sypka.

Na 1 tonę Al otrzymuje się 60 — 100 kg piany. Piana stanowi najpoważniejszą stratę kriolitu w procesie elektrolizy. Dlatego pianę tę regeneruje się w celu odzyskania kriolitu. Pianę miele się na mokro do ziarnistości 200 mesh i po rozcieńczeniu flotuje od węgla w obecności nafty lub terpentyny. Sflotowany kriolit po przetopieniu rafinującym wraca do elektrolizerów. Sflotowany węgiel ma zastosowanie jako dodatek w ilości 5 — 10 % do masy anodowej w anodach ciągłych Söderberga. Z piany regeneruje się 90 % kriolitu.

Złom zużytych elektrod stanowi materiał do wyrobu nowych elektrod lub masy anodowej toteż elektrolizernie odsyłają go z powrotem do fabryki anod.

Gazy anodowe zawierają CO i HF oraz pył tlenku glinu i kriolitu. W nowoczesnych hutach wanny obudowuje się i powstające gazy odciąga do regeneracji fluorowodoru.

Skład tych gazów jest następujący: HF — 0,03 g/m³, CO — 0,55 g/m³, CO_2 — 6,00 g/m³, pył — 0,30 g/m³.



1. Obieg surowców, metalu i produktów odpadowych przemysłowej elektrolizerni w nowoczesnej hucie aluminium — według metody Sankeya w przeliczeniu na 1 tonę aluminium hutniczego

Skład pyłu: Na_3AlF_6 — 25 %, AlF_3 — 15 %, Al_2O_3 — 30 %, węgiel — 25 %, smoła — 5 %, razem 100 %.

Fluorowodór z gazów przerabia się na kriolit używany do elektrolizy przy pomocy roztworu sody i glinianu sodowego. Zaabsorbowany w płuczkach gazów pył w postaci szlamu wraca do oddziału flotacji, gdzie po oddzieleniu węgla otrzymuje się z niego kriolit i tlenek do elektrolizy.

Bilans materiałowy procesu elektrolizy

1. Elektroliza:

Straty Al_2O_3 — rozkurz		20 kg
w pyle		27 „
w pianie		14 „
	Razem	61 kg

Zużycie anod
— spalanie tlenem Al_2O_3 682 „
[tlen w Al_2O (1975 — 61) $\cdot \frac{48}{102}$ = 900 kg O_2, co odpowiada 675 kg C = $\frac{675}{0,99}$ = 682 kg anod].

węgiel w pianie węglowej 28 kg

Razem 710 kg/1 t Al

Zużycie kriolitu — w pianie		28 kg
w pyle		22 „
rozkurz		20 „
	Razem	70 kg/1 t Al
Zużycie fluorku — w pyle		13 kg
odparowanie		27 „
	Razem	40 kg

2. Topienie: 0,8 % zgar metalu, zużycie soli 5 %.
3. Odlewanie: 0,5 % rozpryski metalu.
4. Regeneracja gazów: 9 kg HF 19 kg NaF, pył pochłonięty całkowicie.
5. Mielenie piany: bez strat.
6. Filtrowanie filtrami próżniowymi: szlam oddzielony bez strat w ilości 90 kg.
7. Flotacja: 90 kg pyłu + 70 kg piany daje:

Al_2O_3	= 27 + 14	= 41 kg
kriolit	= 22 + 28	= 50 „
AlF_3	= 14	= 14 „
Razem		= 105 kg · 0,9 = 95 kg
węgiel	= 22 + 28	= 50 kg
smoła	= 5	= 5 „
Łącznie		160 kg

8. Przerób kriolitu: 504 kg NaF = 420 kg kriolitu, przy założeniu wydajności 80 %

$$19 \text{ kg NaF} = 19 \cdot \frac{420}{504} \cdot 0,8 = $$
= 13 kg kriolitu

Inż. ALFRED JANTA

K. D. 669.333.43 : 669.054.8

Przeróbka odpadów miedzionośnych na miedź konwertorową

Materiały wsadowe i uzasadnienie zastosowania procesu w konwertorze. — Różnice pomiędzy świeżeniem surówki i miedzi. — Opis konwertora dla przeróbki kamienia miedziowego względnie odpadów miedzionośnych. — Proces w konwertorze i jego prowadzenie. — Otrzymywane produkty.

Materiałami wsadowymi opisywanego procesu konwertorowego są odpady miedzionośne, „niechodliwe" stopy miedzi pozostałe z okresu ostatniej wojny, złom, którego wysegregowanie byłoby bardzo kopotliwe i drogie oraz kamień miedziowy, który powstaje jako produkt uboczny w piecu szybowym przerabiającym żużel na metal.

Do odpadów zaliczamy:

a. Żużle powstałe przy produkcji stopów miedzi oraz żużle i popioły z innych zakładów. Zawartość miedzi w tych materiałach waha się od 25 do 60 %. Miedź i inne metale znajdują się w żużlach w postaci krzemianów, tlenków oraz drobnych wtrąceń metalicznych.
b. Żużel z rafinacji ogniowej miedzi o zawartości do 65 % Cu.
c. Druty, taśmy itp. przedmioty stalowe, pomiedziowane lub platerowane stopami miedzi o zawartości do 10 % Cu.

Do „niechodliwych" stopów miedzi zaliczamy brązy glinowe o składzie dzisiaj niestosowanym jak i inne brązy specjalne, których zidentyfikowanie jest dosyć kłopotliwe i drogie. Do złomu, którego koszty sortowania są wysokie, zaliczamy małe części stalowe, mechanicznie łączone ze stopami miedzi oraz części z różnych gatunków miedzi — lutowane, spawane lub łączone mechanicznie. Do tej samej kategorii złomu zaliczamy także utlenione wióry i otoczki z mosiądzu, spiżu i innych stopów miedzi, zanieczyszczone otoczkami z żelaza i aluminium lub ze stopów łożyskowych.

Żużle przerabia się w piecu szybowym na tzw. „głowy" metaliczne, których skład chemiczny waha się w zależności od gatunku przerabianego żużla. Średni skład chemiczny jest następujący: Cu 80 %, Zn 6 %, Fe 5 %, Sn 3 %, Pb 6 %.

Inne odpady poza żużlami dodaje się bezpośrednio do wsadu konwertora. Ich zawartość miedzi może wahać się od 50 do 90 %.

Uzasadnienie metody przerobu

Przeróbka żużla polega na otrzymywaniu głów metalicznych, które w tej postaci służą jako wsad konwertora. Inny sposób przeróbki żużla, polegający na otrzymywaniu kamienia miedzianego, jest droższy ze względu na konieczność dodawania do wsadu większych ilości siarki w postaci siarczków żelaza. Otrzymany kamień zawiera najwyżej 45 % Cu co przedłuża proces świerzenia w konwertorze. Jedyną zaletą metody otrzymywania kamienia jest żużel wtórny (produkt odpadowy), który zawiera tylko do 0,2 % Cu w przeciwieństwie do żużla otrzymanego przy produkcji głów metalicznych, zawierającego często do 1 % Cu.

Ze względu na szybsze upłynnienie miedzi oraz przewidywaną dalszą przeróbkę żużli wtórnych z zawartością do 1 % Cu w piecach szybowych na kamień miedziowy, wybrano metodę przerobu żużla na metal. O ile w procesie konwertorowym część tlenków cynku, cyny lub ołowiu przechodzi do żużla, metale te będą odzyskiwane przy przeróbce żużla w piecu szybowym, gdzie część ich zostanie zatrzymana w postaci tlenków w filtrach, a reszta będzie zredukowana na metal. Większość powstających przy utlenianiu w konwertorze tlenków metali przechodzi ze spalinami do filtrów, gdzie jest zatrzymywana. Tlenki te przerabia się w tzw. piecach popiołowych, które także zaopatrzone są w urządzenia filtrowe. W procesie redukcyjnym pieca popiołowego tlenki PbO i SnO redukowane są na metaliczny ołów i cynę natomiast ZnO przechodzi do filtrów. Tlenki cynku, które są stosunkowo czyste, mogą być użyte jako farba gorszego gatunku lub przerabiane na cynk metaliczny w hutach cynku. Stop Sn-Pb może być użyty po uprzedniej rafinacji jako stop wstępny przy wyrobie stopów łożyskowych lub lutowi (o ile jest wolny od miedzi) lub może być przerobiony w procesie segregacyjnym na stopy o dużej zawartości cyny i o dużej zawartości ołowiu.

Tablica I przedstawia kolejność przerobu poszczególnych materiałów wsadowych i otrzymanych produktów.

W 1855 r. Bessemer otrzymał patent na proces konwertorowy, ale dopiero w 25 lat później udało się Francuzowi Piotrowi Mauhes przerobić w konwertorze kamień miedziowy na miedź. Trudności, mimo znajomości przeróbki surówki, wynikały z następujących przyczyn:

1. Zimne powietrze wdmuchiwane do płynnej surówki nie ochładza metalu, lecz podgrzewa go, ponieważ przy utlenianiu domieszek surówki wydziela się duża ilość ciepła. Podobne zjawisko zachodzi przy przedmuchiwaniu płynnego kamienia, ale nie płynnej miedzi. Utlenianie metalicznej miedzi jest powolne, a ilość wydzielonego ciepła jest mała. Dmuch zimnego powietrza powoduje szybkie zamarznięcie płynnej miedzi i unieruchomienie dysz. To zjawisko było powodem, że dysze w konwertorze na miedź nie mogły być umieszczone u spodu, gdzie zbiera się płynny metal, lecz z boku, tak że metaliczna miedź może się zbierać poniżej poziomu dysz bez obawy zamarznięcia.

2. 20 ton surówki można przedmuchać w ciągu 18—20 min., a utlenione zanieczyszczenia surówki tworzą stosunkowo małą ilość żużla, gdyż surówka zawiera około 5 % zanieczyszczeń, które utlenione łącznie z żelazem dają około 7—8% straty metalu. Przeróbka kamienia miedziowego wymaga znacznie dłuższego czasu utleniania, gdyż kamień zawierający 30 % miedzi zawiera ponadto 40 % żelaza i 30 % siarki, czyli w 10 tonach kamienia muszą być utlenione 4 tony żelaza i 3 tony siarki, a w konwertorze po zakończeniu procesu dmuchania pozostają tylko 3 tony miedzi.

3. W konwertorze przerabiającym surówkę powstaje wskutek utleniania krzemu i żelaza stosunkowo mała ilość żużla. Nie wyżera on silnie obmurza.

W konwertorze miedziowym początkowy okres dmuchania wytwarza duże ilości tlenku żelaza, który reaguje z kwaśną wyprawą. Gdyby krzemionka nie związała tlenku żalaza zostałby on utleniony na trudnotopliwy Fe_3O_4.

Konwertor dla miedzi

Wynalazek Mauhes polegał na umieszczeniu dysz powyżej dna konwertora, co umożliwia zbieranie się miedzi na dnie bez jej studzenia. Wydajność konwertora zależna jest od ilości wprowadzonego powietrza, a ilość tę ogranicza wielkość konwertora, gdyż szybkość wprowadzonego powietrza nie może przekroczyć pewnej wartości, aby uniknąć wyrzucania płynnego wsadu. Wielkość konwertorów jest ograniczona względami konstrukcyjnymi oraz wydajnością kompresorów. Dolna granica wymiarów konwertora określona jest konieczną grubością

Tablica I

L. p.	Agregat	Wsad	Produkt *a*	Żużel *b*	Pył filtrowy *c*
1	Piec szybowy na stopy miedzi	żużel + 2*b*	głowy 80 % Cu	1 % Cu	ZnO+Pb+OSnO
2	Konwertor	głowy 80 % Cu + + złom 55—90 % Cu	99 % Cu	0–60 % Cu	ZnO+PbO+SnO
3	Piec popiołowy	1*c* + 2*c* + 5*c*	Pb + Sn	PbO + SnO	ZnO do farby
4	Piec segregacyjny	3*a* + 5*a*	SnPb + PbSn	PbO + SnO	—
5	Piec szybowy na stopy białe	3*b* + 4*b*	PbSn	na hałdę	PbO + SnO
6	Piec szybowy HOM	koncentrat miedzi + 1*b*	kamień miedziowy	na hałdę	—

wymurowania oraz trudnością prowadzenia procesu na małych jednostkach. Dolną granicę pojemności konwertora stanowi 4 do 5 ton płynnego kamienia. Tak samo ograniczona jest głębokość zanurzenia dysz (do 60 cm) i ciśnienie powietrza (do 1,2 at).

Otwór załadowczy, zwany także paszczą, służy jako wylew i odprowadza spaliny. Aby uniknąć wyrzucania płynnego wsadu podczas dmuchania, paszcza jest przy wylocie zwężona. Obracanie konwertora jest mechaniczne. Powietrze doprowadza się z kompresora do skrzyni wiatrowej, a stąd przez dysze do kąpieli. Kulowe zamknięcie dysz umożliwia czyszczenie ich w czasie dmuchania bez strat powietrza. W konwertorze poziomym (beczkowym) możliwe jest dowolne zmienianie wysokości dysz w stosunku do poziomu kąpieli. Ilość dysz musi być tak dobrana, aby wprowadzić równomiernie powietrze, ale musi ich być zarazem jak najmniej celem łatwiejszego czyszczenia. Ilość powietrza wdmuchana w jednostce czasu, jest głównym czynnikiem wydajności konwertora. Ilość ta powinna być jak największa, jednak nie tak duża, aby powodowała wyrzucanie płynnego wsadu ani nie tak mała, aby powodowała jego zamarznięcie. Jeśli chodzi o przeróbkę kamienia, ilość powietrza powinna być tak dobrana, aby proces trwał od 1,5 — 2,5 godz. Przyjmuje się, że na 1 tonę miedzi konwertorowej otrzymanej z kamienia 40 % Cu trzeba zużyć od 4000 do 6000 m^3 powietrza. Ciśnienie powietrza dla przezwyciężenia oporu płynnego wsadu wynosi od 0,7 do 1,2 at. Dla odprowadzenia gazów spalinowych wykonuje się specjalne okapy. Aby wykorzystać SO_2 i nie dopuścić do zbytniego jego rozcieńczenia powietrzem, okapy robi się możliwie szczelne. W przypadku przeróbki odpadów, okapy robi się większe i mniej szczelne, żeby przez zassanie zimnego powietrza obniżyć temperaturę spalin. Spaliny wyciąga ekshaustor a następnie wtłacza je do odpylni.

Dmuch otrzymuje się najczęściej z kompresorów tłokowych, które dla tych warunków pracy okazały się najlepsze. Konwertor jest dodatkowo zaopatrzony w palnik gazowy na gaz świetlny, co umożliwia topienie wsadu oraz uniezależnia proces od rodzaju wsadu, szczególnie z domieszkami dającymi mało ciepła przy utlenianiu.

Najważniejszym czynnikiem wpływającym na koszty otrzymanej miedzi konwertorowej jest wyprawa konwertora. Od trwałości wyprawy zależy również wydajność konwertora. Przy kwaśnej wyprawie nie trzeba dodawać krzemionki na związanie wytworzonego tlenku żelaza, gdyż przejdzie ona z wyprawy do żużla, a stosunek FeO do SiO_2 jest uregulowany automatycznie. Zjawisko to jest dodatnią cechą procesu kwaśnego, ujemną zaś — szybkie zużywanie się wyprawy, co pozwala jedynie na przerobienie niewielkiej ilości wsadów.

Dlatego też celowe jest stosowanie wyprawy zasadowej (magnezytowej), na którą FeO nie działa. Potrzebną ilość SiO_2 dla związania FeO dodaje się w czasie procesu. Gdyby SiO_2 był dodawany w niedostatecznej ilości lub zbyt późno, tlenek żelaza zostałby utleniony na Fe_3O_4, który z powodu wysokiej temperatury topnienia osadzałby się na ścianach konwertora, powodując zaburzenia w procesie.

Aby zwiększyć wytrzymałość wyprawy, w nowowymurowanym konwertorze, przedmuchuje się ubogi, tzn. zawierający dużo żelaza kamień miedziowy. Utlenienie prowadzi się bez dodatku SiO_2 co powoduje wytwarzanie się Fe_3O_4, który nasyca ściany konwertora. Ponieważ temperatura topnienia Fe_3O_4 wynosi 1527° C taka polewa tworzy dobrą warstwę ochronną dla konwertora, który pracuje zwykle przy 1200 do 1300° C.

Grubość wyprawy kwaśnej dochodzi do 75 cm, a wyprawy zasadowej do 50 cm. Pomiędzy płaszcz stalowy, a wyprawę należy dawać około 5 cm masy plastycznej. Rurki dysz można wyłożyć mieszaniną mączki magnezytowej ze szkłem wodnym.

Proces w konwertorze

Po stopieniu wsadu metalicznego dodaje się krzemionki, następnie doprowadza powietrze. Po 30 min. dmuchania ściąga się lub zlewa wytworzony żużel, który w pierwszej fazie składa się głównie z krzemianów: glinu, żelaza i manganu oraz bardzo niewielkiej ilości ZnO i Cu_2O. Proces ten w odróżnieniu od przeróbki kamienia miedziowego, jest bardzo podobny do procesu przeróbki surówki w konwertorach bessemerowskich, tzn. do ostatniej fazy dmuchania domieszki są rozpuszczone w całej masie metalu. Nie dają one jednak przy spalaniu potrzebnej ilości ciepła (poza cynkiem). Inaczej przedstawia się proces przy utlenianiu kamienia miedziowego w drugiej fazie dmuchania, tzn. utleniania Cu_2S z otrzymaniem Cu + SO_2. W tym przypadku kąpiel składa się z trzech warstw: dolnej, ciągle powiększającej się warstwy miedzi, środkowej, malejącej warstwy siarczku miedzi i górnej, cienkiej warstwy żużla. Ponieważ jedynie siarczek miedzi przy utlenianiu daje potrzebną ilość ciepła, dlatego położenie dysz musi być zmieniane odpowiednio do zmiany grubości tej warstwy.

Dla porównania ilości ciepła wydzielonych przy utlenianiu przerabianych wsadów na miedź konwertorową zestawiono w tablicach II i III dane służące do obliczeń bilansów cieplnych, a w tablicy IV otrzymane wyniki.

Skład chemiczny żużla powstałego przy utlenianiu żelaza jest następujący: FeO 60 %, SiO_2 40 %.

Tablica II

Skład chemiczny materiałów wsadowych

Pierwiastek	Cu %	Zn %	Pb %	Fe %	Sn %	S %
Kamień miedziowy	45	–	–	27,7	–	27,3
Mosiądz	60	38	2	–	–	–
Głowy	80	6	6	5	3	–
Spiże	85	5	5	–	5	–

Tablica III

Dane cieplne

Materiał	Ciepło właściwe kcal/kg °C	Ciepło utajone kcal/kg	Ciepło molarne utleniania kcal
Żużel	0,1691	50	–
N_2	0,2440	–	–
Cu	0,0922	48,7	–
Zn	0,0930	27,5	83 360 (ZnO)
ZnO	0,1180	–	–
Fe	0,1080	66,4	64 500 (FeO)
Sn	0,0530	14,3	67 900 (SnO)
SnO	0,0785	–	–
Pb	0,0309	5,0	51 960 (PbO)
PbO	0,0520	11,2	–

Dla uproszczenia obliczenia przyjęto, że żużel nie zawiera Cu_2O, żelazo jest utlenione wyłącznie na FeO, a tlenki innych metali uchodzą ze spalinami. Nie uwzględniono ciepła tworzenia się żużla. Obliczenie zrobiono dla wsadu 1000 kg. Temeperaturę stopionego metalu przyjęto 1200° C, kamienia miedziowego — 1000° C, miedzi konwertowej — 1200° C. Nie uwzględniono strat na promieniowanie.

Nadmiar ciepła, który dla kamienia miedziowego wynosi 214 678 kcal/1000 kg występuje jedynie przy prawidłowym prowadzeniu konwertora. W przypadku przedłużania się procesu, nadmiar ten może nie wystarczyć na pokrycie strat promieniowania. Ze względu na trudności, jakie napotyka się przy prowadzeniu procesu na wsadzie metalowym (częste zalewanie dysz) i związane z tym przedłużanie się procesu, nadmiar ciepła wydzielonego jedynie przy przeróbce mosiądzu wystarcza do zakończenia procesu, natomiast przy przeróbce głów i spiżów ciepła jest za mało. Przy założeniu, że dla 4-tonowego konwertora na kamień miedziowy straty promieniowania wynoszą 15 % ogólnej ilości ciepła wprowadzonego, czas trwania tego procesu 2 godziny, a proces przeróbki wsadu metalowego 4 godziny, faktyczny nadmiar ciepła dla przeróbki kamienia miedziowego wynosi około 165 000 kcal/godz., dla mosiądzu około 102 000 kcal/godz. Natomiast dla głów niedobór ciepła wyniesie 163 000 kcal/godz., dla spiżu 188 000 kcal/godz.

Niedobór ciepła będzie w rzeczywistości większy z uwagi na wprowadzenie do kąpieli większych ilości powietrza, jak to przyjęto w obliczeniu, o czym świadczy stosunkowo duża ilość Cu_2O w żużlu.

Tablica IV

Bilansy cieplne konwertora przy przeróbce kamienia miedziowego, mosiądzu, głów i spiżu (dla 1000 kg)

L. p.	Wyszczególnienie	Kamień miedziowy		Mosiądz		Głowy		Spiże	
		kcal	%	kcal	%	kcal	%	kcal	%
	Przychód ciepła								
1	Ciepło stopionego materiału wsadowego	158 000	18,0	148 310	23,3	150 480	48,1	147 640	58,4
2	Spalenie cynku	–	–	484 354	75,9	76 477	24,4	64 190	25,4
3	„ ołowiu	–	–	5 015	0,8	15 041	4,8	12 539	5,0
4	„ żelaza	–	–	–	–	54 032	17,2	–	–
5	„ cyny	–	–	–	–	17 161	5,5	28 601	11,2
6	„ siarczku żelaza	549 955	62,3	–	–	–	–	–	–
7	„ „ miedzi	173 811	19,7	–	–	–	–	–	–
	Suma:	881 766	100,0	637 679	100,0	313 171	100,0	252 970	100,0
	Rozchód ciepła								
1	Nagrzanie tlenku cynku	–	–	69 091	10,8	10 549	3,5	8 595	3,3
2	„ „ ołowiu	–	–	1 342	0,2	4 032	1,4	3 357	1,2
3	„ „ cyny	–	–	–	–	3 204	1,0	5 350	2,7
4	„ żużla	150 290	17,1	–	–	25 545	8,1	–	–
5	„ dwutlenku siarki	101 015	11,4	–	–	–	–	–	–
6	„ azotu	344 080	39,0	103 358	16,2	41 226	13,1	25 151	9,8
7	„ miedzi	71 703	8,1	95 604	15,0	127 440	40,6	134 555	53,0
8	Nadmiar ciepła	214 698	24,4	368 284	57,8	101 195	32,3	75 962	30,0
	Suma:	881 766	100,0	637 679	100,0	313 171	100,0	252 970	100,0

Prowadzenie konwertora

Celem lepszego wykorzystania konwertora i zwiększenia jego wydajności, tak kamień miedziowy, jak i wsad odpadów powinien być wprowadzony w stanie płynnym. Przed wlaniem płynnego kamienia miedziowego do konwertora należy usunąć (zredukować) Cu_2O, który w zetknięciu z płynnym kamieniem może spowodować zbyt gwałtowną reakcję utleniania kamienia. Konwertor musi być tak przechylony, aby dysze były powyżej poziomu płynnego wsadu, po czym puszcza się powietrze i przechyla konwertor aż do zanurzenia dysz.

Dodatek krzemionki powinien być dokładnie obliczony. Zbyt duża ilość krzemionki powoduje niepotrzebne oziębienie konwertora oraz możliwość przechodzenia miedzi do żużla. Przy zbyt małej ilości krzemionki tlenki żelaza utleniają się na wyższe, trudnotopliwe tlenki, które bardzo utrudniają dalszą pracę. Te ujemne zjawiska zachodzą jedynie w konwertorach z wyprawą zasadową. Podczas dmuchania należy często przeczyszczać dysze. Żużel musi być często ściągany lub zlewany celem umożliwienia swobod-

nego wydzielania się gazów z kąpieli, które w przeciwnym wypadku mogą powodować wyrzucanie wsadu na zewnątrz. Jest to szczególnie ważne przy przeróbce ubogich kamieni. Jeśli żużel ma być przerabiany w piecach płomiennych, dla odzyskiwania zawartej w nim miedzi, przelewa się go w stanie płynnym do pieca. We wszystkich innych przypadkach żużel wylewany jest do żeliwnych kadzi.

Badanie postępu procesu umożliwia do pewnego stopnia obserwacja płomienna i wydzielających się dymów. Przy przeróbce kamienia miedziowego można sprawdzić, zanurzając pręt stalowy w kąpieli przez dysze, czy się już wydziela metaliczna miedź. Przy przeróbce odpadów miedzionośnych pobiera się próbkę, łamie ją i z koloru określa zawartość miedzi. W końcowej fazie pobiera się próbki do szybkiej analizy na miedź i na tej podstawie doprowadza się proces do końca. Przy równomiernym wsadzie cały proces dmuchania prowadzi się według czasu, co stanowi znaczne ułatwienie. Po zakończeniu procesu miedź przelewa się do kadzi, a następnie do pieca rafinacyjnego. Czas trwania procesu zależny jest od składu chemicznego kamienia lub materiału odpadowego. Dla kamienia czas ten wynosi od 1 do 3 godzin, dla wsadu metalowego 1 godzinę na tonę wsadu.

Produkty

Miedź otrzymana z kamienia miedziowego zawiera jeszcze nieco rozpuszczonego SO_2. Zawartość miedzi waha się od 97,5 do 99,2 %. Celem usunięcia reszty zanieczyszczeń miedź konwertorową rafinuje się ogniowo. Miedź otrzymana z odpadów miedzionośnych zawiera oprócz takiej samej ilości miedzi jeszcze zanieczyszczenia: O_2, Pb i Sn. Zawartość miedzi w żużlu jest mniej więcej proporcjonalna do spadku zawartości żelaza. Średni skład chemiczny żużla waha się w następujących granicach: Cu 1 do 2 %, SiO_2 27 do 42 %, FeO 48 do 56, Al_2O_3 5 do 7 %. Ilość żużla można obliczyć w przybliżeniu z zawartości żelaza w kamieniu miedziowym.

Literatura

W. Mostowicz, D. Nowikow: Piromietałłurgia miedi, 1944.

V. Tafel: Lehrbuch der Metallhüttenkunde, 1927.

J. D. Ans, E. Lax: Taschenguch für Chemiker und Physiker, 1943.

J. Newton, C. L. Wilson: Metallurgy of Copper, 1942.

A S M Metals Handbook, 1939.

Inż. ZYGMUNT SYRYCZYŃSKI

D. K. 669.531.2+669.531.4+669.537:338.984.(38),,1950-1955"

Trzy metody produkcji cynku w świetle Planu 6-letniego

Rzut oka na rozwój różnych metod produkcji cynku. — Znaczenie Polski w światowej produkcji cynku. — Zalety i wady wytwarzania cynku w piecach o muflach leżących, w retortach pionowych i metodą elektrolityczną. — Porównanie wskaźników tych metod. — Sposób rozbudowy przemysłu cynkowego w Planie 6-letnim i zaplanowane wskaźniki wytwórczości.

Mimo, że stop cynku z miedzią (mosiądz) był znany już w starożytności, hutnicza produkcja cynku została zapoczątkowana dopiero około 1100 r. w Indiach, w Europie zaś znacznie później, gdyż w 1730 r. W początkach XIX wieku zbudowano na Górnym Śląsku pierwsze w świecie, muflowe piece do produkcji cynku. Piece te, w swej istocie prawie niezmienione, przetrwały w przemyśle cynkowym przez 150 lat aż do dnia dzisiejszego.

Hutnicza metoda otrzymywania cynku polega na produkcji tlenku cynku za pomocą węgla lub koksu w niedużych, leżących muflach szamotowych, umieszczonych w piecach ogrzewanych gazem do temperatury 1200 — 1400 ° C. Uchodzący z mufli cynk w postaci pary jest skraplany w szamotowych nadstawkach oraz żelaznych balonach na cynk metaliczny i pył cynkowy.

Metoda ta mimo wielu wad, jest dotychchas najbardziej rozpowszechniona zarówno w Polsce jak i za granicą .

W czasie I wojny światowej w 1916 r. uruchomiono w Ameryce pierwsze zakłady oparte na metodzie elektrolitycznej. Metoda ta znalazła szybkie i szerokie rozpowszechnienie przede wszystkim dlatego, że daje od razu cynk o dużej czystości koniecznej do produkcji wysokogatunkowych mosiądzów.

W metodzie elektrolitycznej tlenek cynku rozpuszcza się w obiegowym elektrolicie zawierającym kwas siarkowy. Po skomplikowanym, kilkustopniowym oczyszczaniu otrzymanego roztworu siarczanu cynkowego ze szkodliwych dla elektrolizy zanieczyszczeń wytrąca się z roztworu cynk metaliczny za pomocą stałego prądu elektrycznego.

Dobre wyniki otrzymywania cynku metodą elektrolityczną nie zniechęciły hutników; w 1929 roku uruchomiony został w Palmerton pierwszy zakład o stojących dużych retortach karborundowych, pracujący systemem ciągłym metodą hutniczą polegającą na redukcji tlenku cynku węglem lub koksem.

Usuwając główną wadę dawnej metody hutniczej, tj. rozczłonkowanie pracy na tysiące małych mufli, nowa metoda użyła dużych retort stojących. Przy pionowym ustawieniu retort zastosowano odlot gazów i par bocznym otworem z retorty, dzięki czemu udało się wprowadzić ciągły system pracy oraz ująć cały uchodzący tlenek węgla i użytkować go do opalania retort. Duża wysokość retort zmusiła do uprzedniego brykietowania wsadu przy użyciu

lepiszcza i koksowania. Metoda ta w porównaniu ze starą metodą muflową, wykazała wiele zalet, toteż zaczęto budować coraz więcej zakładów opartych na tej metodzie.

Polska od wielu dziesiątków lat należała do głównych światowych producentów cynku. Na skutek fatalnej polityki zagranicznych kapitalistów — ówczesnych posiadaczy polskiego hutnictwa cynkowego — produkcja cynku w Polsce spadła w okresie międzywojennym z III na V miejsce w świecie, osiągając w 1938 r. 108 tys. ton.

Tablica I

Produkcja cynku w poszczególnych państwach (bez ZSRR) w tys. ton*

Kraj	1930 r.	Kolejne miejsce w produkcji światowej	1938 r.	Kolejne miejsce w produkcji światowej
USA	451,1	I	401,8	I
Belgia	176,2	II	210,0	II
Polska	174,7	III	110,8	V
Kanada	110,2	IV	154,5	IV
Niemcy	97,3	V	194,4	III
Inne kraje (bez ZSRR)	393,8		435,5	
Łącznie (bez ZSRR)	1406,3		1507,0	

* Według Yearbook of the American Bureau of Metall-Statistics.

Kapitalistom zagranicznym nie zależało na unowocześnieniu polskiego hutnictwa cynkowego, toteż prócz jednej elektrolizy cynku wszystkie pozostałe zakłady produkujące cynk, były to stare huty z piecami o muflach leżących.

Rząd Polski Ludowej postanowił w oparciu o rozszerzoną bazę surowcową rozbudować przemysł cynkowy i przywrócić mu ponownie III miejsce w produkcji światowej.

Przy opracowaniu projektów rozbudowy przemysłu cynkowego mieliśmy do wyboru obok starej metody muflowej — dwie nowoczesne: elektrolityczna i hutnicza o stojących retortach.

Poniżej zostały wyszczególnione i kolejno omówione wszystkie zalety i wady każdej z trzech metod.

I. Metoda hutnicza z leżącymi muflami

1. Metoda ta zużywa dużo paliwa, łącznie bowiem z redukcją zużycie paliwa wynosi 3,4 t na tonę cynku. Ponieważ nowe zakłady wytwarzające cynk będą budowane poza śląsko-dąbrowską niecką węglową — dowóz tak dużych ilości węgla obciążałby znacznie koszt wytwórczy cynku.
2. Metoda hutnicza z leżącymi muflami mimo wielu wysiłków, dokonywanych dawniej i obecnie, w kierunku jej zmechanizowania zachowała dotychczas swoją zasadniczą postać z przed dziesiątków lat. Obsługa ręczna tysięcy pojedynczych, małych mufli wymaga licznej załogi, toteż dobowa produkcja przypadająca na jednego pracownika fizycznego wynosi zaledwie 0,19 t cynku. Wobec postępującego szybko uprzemysłowienia Polski i wzrastającego zapotrzebowania pracowników przemysłowych, budowa hut o dużej pracochłonności nie jest wskazana.
3. Praca przy obsłudze pieców jest bardzo ciężka, zwłaszcza że odbywa się przy wysokiej temperaturze oraz w atmosferze szkodliwych dla zdrowia gazów i tlenków metali. Pomimo wprowadzenia w ostatnich miesiącach pomysłu inż. Kapczyńskiego w postaci zasłon wodnych zmniejszających temperaturę na stanowiskach pracy wytapiaczy, warunki pozostają nadal bardzo ciężkie. Ponieważ w trosce o człowieka planuje się w Polsce Ludowej wyeliminowanie ciężkich prac fizycznych, rozbudowa zakładów opartych na omawianej metodzie nie może być brana pod uwagę.
4. Metoda hutnicza z leżącymi muflami wymaga — zarówno do budowy i naprawy pieców jak i na ciągłą wymianę mufli — znacznej ilości glin i łupków wysoko ogniotrwałych, których Polska nie posiada wiele. Przy jej stosowaniu powstałyby więc trudności w zaopatrzeniu nowych hut w dostateczną ilość tych materiałów.
5. Metoda hutnicza z leżącymi muflami wykazuje w porównaniu z innymi metodami stosunkowo niski uzysk cynku: na nowszych hutach 86 — 88 %, na starszych 84 — 86 %.
6. Metoda hutnicza z leżącymi muflami daje produkt o niskiej czystości, a mianowicie cynk hutniczy z zawartością 97,5 % Zn, skutkiem czego do przeważającej liczby zastosowań musi on ulec rafinacji lub rektyfikacji, co oczywiście wymaga dodatkowych nakładów pieniężnych.
7. Wsad do leżących mufli, w przeciwieństwie do innych metod, musi być aglomerowany. Aglomeracja jest kosztownym procesem i dla nowych hut należałoby budować drogie zakłady do spiekania blendy, tzw. spiekalnie Dwight-Lloyda.
8. Koszt wytwórczy 1 t cynku hutniczego jest wyższy od kosztów wytwórczych cynku otrzymywanego innymi metodami, przy czym cynk hutniczy stanowiący najniższy gatunek, sprzedawany jest po najtańszej cenie.

Jak z powyższego wynika, metoda hutnicza z leżącymi muflami pod względem technologicznym, ekonomicznym i socjalno-społecznym stoi o wiele niżej od innych metod i nie mogła być wzięta pod uwagę przy planowanej rozbudowie przemysłu cynkowego.

II. Metoda redukcyjno-destylacyjna ze stojącymi retortami

Jakkolwiek w obu metodach hutniczych, tzn. z leżącymi muflami i ze stojącymi retortami zastosowane są te same teoretyczne zasady pro-

cesu redukcji tlenku cynku i destylacji cynku, to jednak ich praktyczna realizacja jest odmienna. Stąd omawiamy je jako dwie różne metody.

1. W metodzie ze stojącymi retortami zastosowano kilka następujących czynników, które zdecydowały o jej wysokiej ekonomii cieplnej:
   a. użycie do budowy retort karborundu — materiału dobrze przewodzącego ciepło,
   b. ujęcie tlenku węgla wywiązującego się w czasie procesu i wyzyskanie go do opalania retort,
   c. zastosowanie ciągłego systemu pracy, dzięki czemu temperatura retort może być utrzymana stale na tym samym poziomie. W wyniku zużycie paliwa wraz z redukcją wynosi tylko 1,7 t na tonę cynku.
2. Zakłady pracujące metodą hutniczą ze stojącymi retortami są całkowicie zmechanizowane, dzięki czemu produkcja cynku tą metodą wymaga znacznie mniej ludzi niż dawną metodą; dobowa produkcja przypadająca na 1 pracownika fizycznego wynosi szacunkowo 0,8 t cynku.
3. Dzięki zmechanizowaniu zakładu nie ma w nim prac fizycznie ciężkich; również higiena pracy może być postawiona wyżej niż w starych hutach.
4. Huty z retortami stojącymi wymagają tylko niewielkich glin wysokoogniotrwałych. Retorty wykonane są z karborundu, produkowanego z surowców krajowych, które posiadamy w dostatecznych ilościach.
5. Cynk z retort stojących jest czystszy niż wytworzony według dawnej metody hutniczej,, gdyż posiada zawartość 99,5 % Zn. Cynk taki może być stosowany do wielu celów bez rafinacji czy rektyfikacji. Do pewnych specjalnych celów musi on jednak być rektyfikowany, o czym należy pamiętać przy porównywaniu ekonomii metody z retortami stojącymi z ekonomią metody elektrolitycznej, dającej od razu cynk o dużej czystości.
6. Uzysk cynku przy metodzie z retortami stojącymi jest wysoki (90 — 92 %), a więc znacznie wyższy od uzysku przy muflach leżących i trochę wyższy od uzysku przy metodzie elektrolitycznej.
7. Jakkolwiek nie mamy dokładnych danych do obliczenia kosztów wytwórczych cynku metodą ze stojącymi retortami, jest rzeczą pewną, że są one znacznie niższe od kosztów wytwórczych dawną metodą hutniczą.

Mimo wielu wymienionych wyżej zalet metoda z retortami stojącymi nie została przyjęta za podstawę rozbudowy przemysłu cynkowego w Polsce w Planie 6-letnim, gdyż jest bardzo trudna pod względem aparatury, i z przyczyn technologicznych oraz bez wzoru pracującego w Polsce lub bez dokumentacji zagranicznej nie można by jej urzeczywistnić w skali przemysłowej. Rozpoczęto natomiast próby w skali pół przemysłowej; po opanowaniu wszystkich wyłaniających się trudności będzie można przystąpić w Polsce do budowy hut, opartych o tę metodę w celu zastąpienia hut pracujących według dawnej metody hutniczej.

III. Metoda elektrolityczna

Metodę elektrolityczną charakteryzują następujące cechy:

1. Elektrolizy cynku zużywają bezpośrednio niewielkie ilości węgla (do wytwarzania pary dla celów technologicznych i do topienia cynku), natomiast potrzebna dla nich energia elektryczna jest wytwarzana przez spalanie najgorszych, a więc najtańszych gatunków węgla lub przy pomocy energii wodnej. Ponieważ Polska posiada nadmiar miału węglowego i to w dużych ilościach, jest gospodarczo pożądane, celem ekonomicznego zużytkowania miału, budować zakłady pochłaniające wiele energii elektrycznej, uzyskanej ze spalania miału węglowego. Oczywiście budowa każdej nowej elektrolizy cynku łączy się najczęściej z rozbudową zakładów energetycznych.
2. Wobec wysokiej mechanizacji elektroliz cynku nie ma w nich prac bardzo ciężkich fizycznie, przy czym pracochłonność w tych zakładach jest nieduża; dobowa produkcja na 1 pracownika fizycznego wynosi 0,43 — 0,52 t cynku.
3. Warunki pracy w elektrolizach cynku są dużo higieniczniejsze niż w hutach cynku, czego dowodzi fakt, że przez dziesiątki lat pracy tego rodzaju zakładów nie ujawniły się w nich żadne choroby zawodowe.
4. Elektrolizy cynku nie zużywają wcale glin i łupków wysokoogniotrwałych.
5. Elektrolizy cynku wykazują stosunkowo duży uzysk cynku 86 do 90 %, przy czym miały odpadowe zawierające duże ilości cynku i ołowiu są cennym wsadem dla hut tlenku cynku; w ten sposób straty cynku w procesie elektrolitycznym są minimalne.
6. Cynk otrzymany metodą elektrolityczną odznacza się wysoką czystością 99,98 do 99,99 %, toteż zużywany on jest w przemyśle bez dalszego oczyszczania.
7. Elektrolizy cynku przerabiają wsad jak najbardziej rozdrobniony. O ile chodzi o blendę prażoną, to z pieców mechanicznych i pieców zawiesinowych otrzymujemy ją właśnie w tej postaci, natomiast opierając się na wsadzie z tlenku cynku spiekanego, trzeba go poddać mieleniu do wymaganego rozdrobnienia (0,06 mm) przy dość dużym nakładzie energii elektrycznej.
8. Dla metody elektrolitycznej nie nadają się surowce zawierające dużo żelaza, wapnia i magnezu oraz zanieczyszczone w znacznym stopniu arsenem, antymonem, niklem, kobaltem, chlorem i fluorem. Z tego względu nie można całości produkcji cynku oprzeć wyłącznie na metodzie elektrolitycznej.

Tablica II

Wskazówki dla różnych metod produkcji cynku

Wskaźnik	Huty z piecami o muflach leżących	Huty z retortami stojącymi	Elektrolizy cynku
Zużycie paliwa i reduktora w tonach na tonę cynku	3,4	1,7	0,2 – 0,5
Dobowa produkcja cynku w tonach na 1 pracownika fizycznego	0,19	0,8*	0,43 – 0,52
Uzysk cynku %	84 – 88	90 – 92	86 – 90
Czystość cynku %	97,5 – 98,0	98,5	99,98 – 99,99
Krajowa cena cynku według obowiązującego cennika, zł/t	2250	2350**	2450

* Liczba szacunkowa
** Cena wypośrodkowana na podstawie czystości cynku

9. Koszty wytwórcze cynku elektrolitycznego kształtują się o 7 % niżej od kosztów cynku najlepiej pracującej huty z leżącymi muflami. Uwzględniając wyższą gatunkowo i cennikowo wartość cynku elektrolitycznego, metoda ta jest znacznie ekonomiczniejsza niż proces hutniczy prowadzony w piecach z muflami leżącymi.
10. Wszystkie prace w elektrolizie cynku są dość proste w przeciwieństwie do bardzo trudnej pracy wytapiaczy w hutach cynkowych, toteż przyuczenie załogi w nowej elektrolizie cynku nie przedstawia takich trudności jak w hucie cynku.
11. Metodę elektrolityczną stosuje się w Polsce od 23 lat, posiadamy więc dostateczną ilość fachowców dla projektowania i prowadzenia nowych zakładów tego typu.

Zważywszy wszystkie powyższe cechy i zalety metody elektrolitycznej i mając na uwadze skład surowców z nowych baz surowcowych zdecydowano oprzeć 6-letni plan rozbudowy przemysłu cynkowego w Polsce na tej właśnie metodzie.

Dla zobrazowania i porównania wszystkich trzech metod zamieszczamy tablicę II.

W wyniku rozbudowy zakładów elektrolizy procentowy udział produkcji cynku elektrolitycznego w stosunku do całości produkcji cynku wzrośnie z 17,4 % w 1949 r. do 54,2 % w 1955 r. Uzupełnieniem hutniczego procesu otrzymywania cynku jest proces rektyfikacji. Ponieważ mimo rozbudowy elektroliz cynku stare hutnictwo cynku z piecami o leżących muflach pozostanie w ciągu Planu 6-letniego w swej niezmienionej postaci i ilościowo, na koniec 6-lecia stanowić będzie jeszcze 45,8 % całej produkcji cynku, zaplanowano znaczną rozbudowę zakładów rektyfikacyjnych cynku hutniczego.

Rektyfikacja cynku wyzyskuje znaczne różnice temperatur wrzenia cynku i metali zanieczyszczających (cynk — 907° C, kadm 767° C, ołów 1525° C). Po przeprowadzeniu cynku hutniczego w zamkniętych kolumnach karborundowych w parę rozdziela się pary poszczególnych metali metodą deflegmacji. W wyniku otrzymuje się cynk o zawartości 99,99 % Zn. Po rozbudowie przewidzianej w Planie 6-letnim zakłady rektyfikacji przerobią w 1955 r. o 315 % więcej cynku niż w 1949 r., co oznacza rektyfikowanie 30 % cynku z całości produkcji cynku hutniczego w 1955 r. wobec 7,6 % w 1946 r.

W ten sposób dwiema drogami: przez rozbudowę elektroliz i przez rektyfikację cynku hutniczego osiągnie się w ciągu 6-lecia prawie podwojenie produkcji cynku oraz poprawę jakości, gdyż udział procentowy czystego cynku wzrośnie z 21,2 % w 1949 r. do 63 % w 1955 r.

Inż. STEFAN BALICKI

K.D.669.018.24:669.891

Stop łożyskowy wapniowy

Skład chemiczny typowych łożyskowych stopów wapniowych. — Ich budowa, ścieralność, twardość, odporność na korozję i przyczepność do panewek. — Fizykochemiczne własności stopu wapniowego i jego zastosowanie. — Zasady wylewania panewek stopem wapniowym. — Próby robocze i wnioski.

Stosowane do niedawna typowe stopy łożyskowe (babbity) oparte były na cynie, jako metalu podstawowym. W ostatnich dziesiątkach lat zwiększający się światowy niedobór tego metalu zmusił do poszukiwania stopów, w których cynę częściowo zastępują inne dodatki a w przypadku łożysk pracujących pod średnim obciążeniem — całkowicie. Liczne próby laboratoryjne i przemysłowe wykazały, że dodatki arsenu, niklu i kadmu pozwalają na szerokie zastosowanie stopów łożyskowych o zawartości około 10 % Sn tam, gdzie dotąd stosowany był stop wysokocynowy (80 — 90 % Sn) oraz że dodatek do ołowiu metali alkalicznych i metali ziem alkalicznych czyni zeń stopy łożyskowe mogące w pewnych przypadkach zastąpić stopy niskocynowe.

Ponieważ zasadniczym dodatkiem do stopów niskocynowych jest wapń nazwano je stopami łożyskowymi wapniowymi.

I. Zasadnicze wiadomości o łożyskowych stopach wapniowych

1. Skład chemiczny

Istnieje duża rozmaitość w doborze innych poza wapniem dodatków, w zależności od kraju produkującego. Są nimi sód, rtęć, aluminium, potas, stront, lit, bar, miedź, magnez, cyna. Tablica I podaje najbardziej typowe składy tych stopów [1, 2]; we wszystkich, prócz ołowiu jako metalu zasadniczego, występuje utwardzający dodatek — wapń.

układy Pb-Na. Widać na nich, że wapń tworzy z ołowiem związek chemiczny Pb_3Ca, a sód roztwór stały sodu w ołowiu o rozpuszczalności zmiennej zależnie od zmian temperatury. Budowa stopu ŁCa składa się więc z miękkiej osnowy roztworu stałego sodu w ołowiu z rozłożonymi w niej kryształkami związku chemicznego sodu Pb_3Ca, które są znacznie twardsze od osnowy [1]. Budowa taka pozwala zaliczyć stop ŁCa do klasycznych stopów łożyskowych, które w myśl reguły Charpy'ego winno posiadać twarde, znoszące nacisk kryształy i miękką,

Tablica I

Nazwa stopu	Składniki w procentach												
	Pb	Sr	Ba	Ca	Na	Li	Hg	Al	K	Sn	Cu	Mg	Cd
Frary	97,5	–	do 2,0	do 1,0	–	–	0,25	–	–	–	–	–	–
Satco	reszta	–	–	0,15	–	–	–	–	0,07	2,40	–	–	–
Lurgi	96,5	–	2,8	0,4	0,3	–	–	–	–	–	–	–	–
Bahnmetall	98,63	–	–	0,69	0,62	0,04	–	0,02	–	–	–	–	–
Canmetall	94,9	1,0	1,0	1,75	ślady	–	–	–	–	–	1,35	–	–
Union-Lagermetall	98,3	–	–	0,2	–	–	–	–	–	–	–	1,5	–
Ulco	reszta	–	1,36	0,43	0,05	–	0,24	–	–	0,18	0,1	–	–
Wapniowy	reszta	–	–	2,75	–	–	–	–	–	2,0	2,0	–	2,0
Wapniowo-sodowy	reszta	–	–	0,75	0,75	–	–	–	–	–	–	–	–

Tablica II

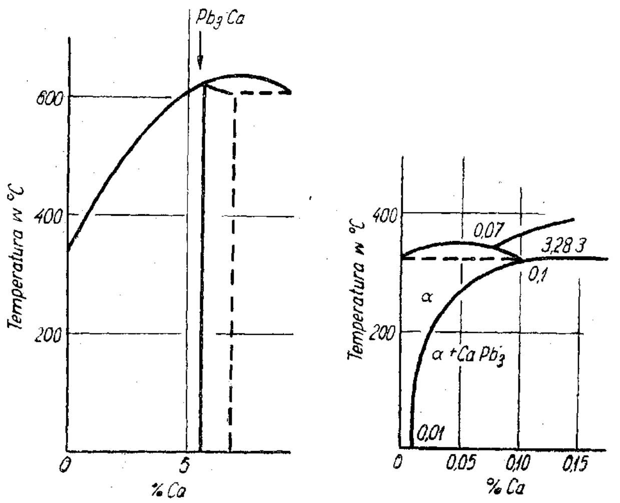
Skład chemiczny łożyskowego stopu ŁCa

Znak stopu	Cecha stopu	Składniki stopowe w procentach			Dopuszczalne domieszki max w procentach			
		Ca	Na	Pb	Bi	Sb	Mg	Inne
PbCaINa	ŁCa	0,75 – 1,1	0,65 – 0,95	reszta	0,10	0,25	0,10	0,30

Krajowy stop wapniowy, oznaczony symbolem ŁCa, posiada według projektu normy PN/H-87112 — skład odpowiadający radzieckiemu stopowi BK (GOST 1209-41). Jego skład chemiczny podaje tablica II.

2. Budowa

Rys. 1 (a i b) przedstawia układ podwójny Pb-Ca w interesujących nas zakresach, a rys. 2



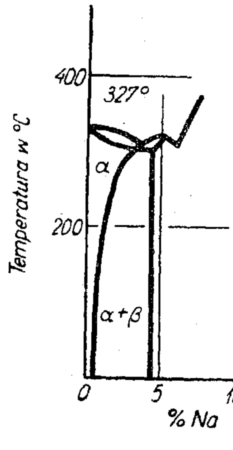
a b

Rys. 1. Układ Pb-Ca

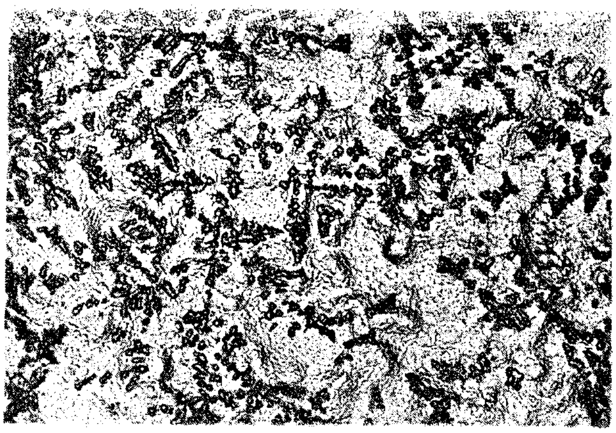
podatną osnowę [3]. Rys. 3 przedstawia mikrobudowę ŁCa.

3. Ścieralność

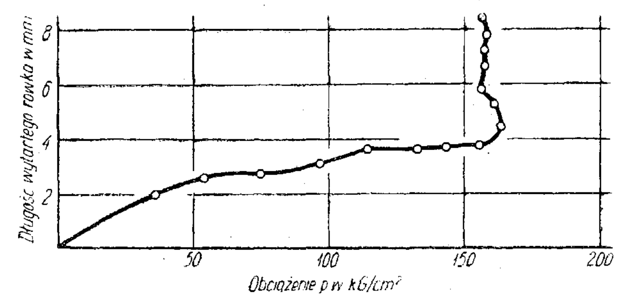
Według danych zagranicznych [2] stopy typu ŁCa posiadają większą ścieralność od stopów łożyskowych wysokocynowych. Przedstawia to tablica III, w której dla uproszczenia przyjęliśmy ścieralność stopu wysokocynowego równą jedności. Tak wysokie różnice w ścieralności obu typów stopów występują w przypad-



Rys. 2. Układ Pb-Na



Rys. 3. Mikrobudowa łożyskowego stopu wapniowego ŁCa. Widoczne kryształy związku Pb_3Ca na tle osnowy roztworu stałego sodu w ołowiu. Trawienie elektrolityczne. Pow. 125×



Rys. 4. Ścieralność stopu ŁCa w zależności od obciążenia.

Tablica III
Porównanie ścieralności stopu typu ŁCa ze stopem wysokocynowym

Stop ołowiowo-alkaliczny 0,69% Ca, 0,62% Na, 0,04% Li, 98,65% Pb		Stop wysokocynowy 82% Sn, 10,9% Sb, 3,1% Pb, 3,1% Cu,	
czas ścierania w godzinach	wskaźnik ścieralności	czas ścierania w godzinach	wskaźnik ścieralności
12	1,5	11	1,0
82	1,65	79,5	1,0
106	1,65	100,5	1,0

ku tarcia suchego [4]. Badanie ścierania przeprowadzone w warunkach zbliżonych do warunków badania panwi taboru kolejowego wykazały, że stopy wapienne ścierają się w tym samym stopniu co stopy niskocynowe [2]. Według Smiriagina i Szpagina [4] stopy ŁCa mają nawet mniejszy współczynnik tarcia niż stopy łożyskowe o zawartości 16 % Sn. Z laboratoryjnych badań Chruszczowa [5] wynika, że gwałtowne ścieranie się stopu ŁCa występuje dopiero pod obciążeniem około 160 kG/cm² (rys. 4).

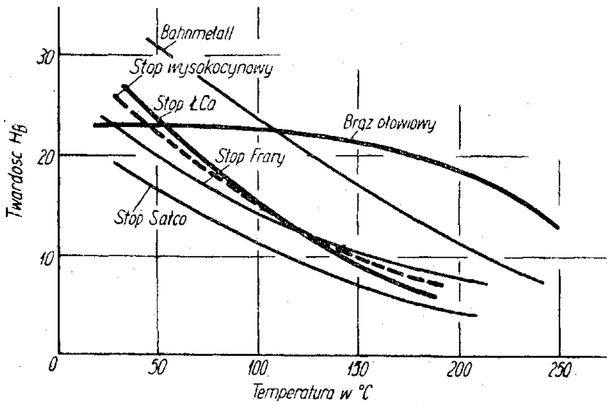
4. *Twardość*

Przy normalnej temperaturze twardość stopu ŁCa wynosi przeciętnie 30 H_B. Maleje ona ze wzrostem temperatury jak podaje tablica IV.

Tablica IV
Zmiana twardości stopu ŁCa ze wzrostem temperatury

Temperatura C°	15	25	50	75	100	125
Twardość H_B	31,9	30,9	28,1	24,0	19,0	16,1

Na rys. 5 przedstawiono zmiany twardości typowych stopów wapniowych przy wzroście temperatury w porównaniu ze zmianą twardości stopu wysokocynowego oraz brązu ołowiowego. Jak widać z rysunku, twardość stopu ŁCa (naniesiona z tablicy IV) jest wyższa od twardości stopu wysokocynowego a spadek twardości obu stopów jest jednakowy. Ta wyższa twardość stopu ŁCa przy podwyższonej temperaturze spowodowana jest głównie jego wyższą dolną granicą krzepnięcia [16].



Rys. 5. Zmiana twardości łożyskowych stopów ze wzrostem temperatury.

Stop ŁCa posiada skłonność do starzenia się, polegającą na wzroście twardości w określonym czasie spowodowanym przypuszczalnie przez zanikające stopniowo wydzielanie się związku Pb_3Ca z roztworu. Najbardziej widoczny wzrost twardości występuje w pierwszych piętnastu dniach od chwili wyprodukowania stopu (tablica V) [6]. Jak widać z tablicy V dodatek Al nie dopuszcza do starzenia się.

Starzenie stopu ŁCa można przyspieszyć nagrzaniem do temperatury 75° C przez 30 do 40 minut. Ponieważ jednak temperatura robocza łożyska zbliża się do tej temperatury, więc twardość stopu szybko ustala się podczas pracy.

5. *Korozja*

Stop ŁCa, w porównaniu z łożyskowymi stopami niskocynowymi, jest bardziej wrażliwy na korozję. Odporność jego jest jednak dostateczna [10] w przypadku przechowywania go w suchych pomieszczeniach. Zdaniem Narbutta [6] dodatek sodu znacznie polepsza odporność na korozję stopu, dzięki czemu stop ten zawdzięcza swe rozpowszechnienie.

6. *Przyczepność*

Stop łożyskowy wapniowy nie posiada dostatecznie wysokiej przyczepności do panewki. Niektóre zakłady produkujące te stopy podwyż-

Tablica V

Wzrost twardości stopów łożyskowych wapniowych w zależności od czasu

Skład chemiczny w procentach					Twardość H_B po dniach					Wzrost twardości H_B
Pb	Ca	Na	Al	Ba	1	2	5	15	30	
98,1	0,98	0,72	0,2	–	39,2	38,2	42,8	41,4	39,2	–
98,51	0,4	0,99	–	0,1	29,0	30,2	31,4	34,4	34,2	5,2

szają ich przyczepność przez dodatek rtęci (stopy „Franseo" i „Ulco"), która tworzy amalgamat z cyną pobiały. Podwyższa to jednak cenę stopu, komplikuje jego produkcję i wylewanie. Z tego też powodu stosuje się zwykle wiązanie mechaniczne stopu z panewką przy pomocy rowków klinowych i jaskółczych ogonów, które po zalaniu stopem nie zezwalają na oderwanie się warstwy wylanej od podłoża panewki.

7. Własności fizyczne i mechaniczne

Dane te zawiera tablica VI, w której dla porównania umieszczono również liczby dla stopu wysokocynowego (83 % Sn) [4]. Porównując je, można zauważyć, że własności stopu ŁCa zbliżone są do własności stopu wysokocynowego. Zasadnicza różnica leży w ścieralności na sucho, która jest znacznie niższa. Przy stosowaniu więc stopu ŁCa zwrócić należy baczną uwagę na zapewnienie łożysku w czasie pracy, obfitego i ciągłego smarowania.

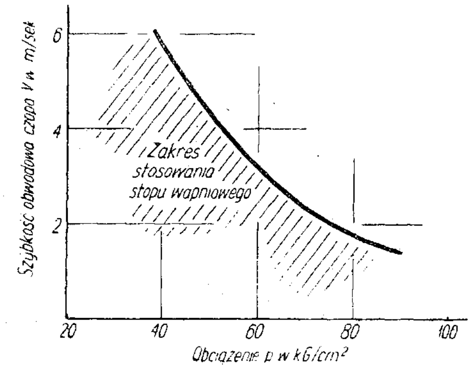
Tablica VI

Własności fizyko-mechaniczne stopu ŁCa

Własność	Stop łożyskowy	
	ŁCa	Ł83
Ciężar właściwy	10,5	7,39
Początek krzepnięcia, w °C	440	370
Koniec krzepnięcia, w °C	320	240
Wytrzymałość na rozciąganie, w kG/mm²	10,0	9,0
Wydłużenie, w %	2,5	6,0
Granica proporcjonalności przy ściskaniu w kG/mm²	6,0	7,0
Granica plastyczności przy ściskaniu, w kG/mm²	11,8	8,2
Granica wytrzymałości przy ściskaniu, w kG/mm²	16,0	11,5
Zgniot przy ściskaniu, w %	19	38
Twardość Brinella, H_B	32	30
Udarność (próbka nienacięta), w kG/cm²	0,80	0,60
Wytrzymałość na zmęczenie, w kG/mm²	2,6	2,5
Moduł sprężystości, w kG/mm²	2200	4800
Współczynnik rozszerzalności cieplnej	$36 \cdot 10^{-6}$	$22 \cdot 10^{-6}$
Skurcz liniowy, w %	0,75	0,65
Przewodnictwo cieplne, w cal/cm · sek °C	0,05	0,08
Współczynnik tarcia przy smarowaniu	0,004	0,005
Współczynnik tarcia bez smarowania	0,44	0,28
Ścieralność przy smarowaniu, w mg/cm² · km	0,16	0,10
Ścieralność bez smarowania, w mg/cm² · km	36,0	12,0
Ścieralność czopa stalowego przy smarowaniu	0,005	0,005

8. Zastosowanie

Stop ŁCa może zastąpić stopy łożyskowe niskocynowe w łożyskach pracujących przy średnich obciążeniach (max do 200 kG/cm²) [4]. Może on więc znaleźć zastosowanie w wagonach (koleje, tramwaje), przy pompach, prądnicach,



Rys. 6. Zakres stosowania stopu ŁCa.

wentylatorach itp. Rysunek 6 podaje praktyczny zakres zastosowania stopu ŁCa w zależności od jednostkowego obciążenia łożyska p w kG/cm² i szybkości obwodowej czopa wału v w m/sek.

Podkreślić należy, że stop po użyciu w pracy nie może być powtórnie wylany na panewki, wskutek wypalania się domieszek wapnia i sodu przy przetopieniu [8, 9].

II. Wytwarzanie stopu

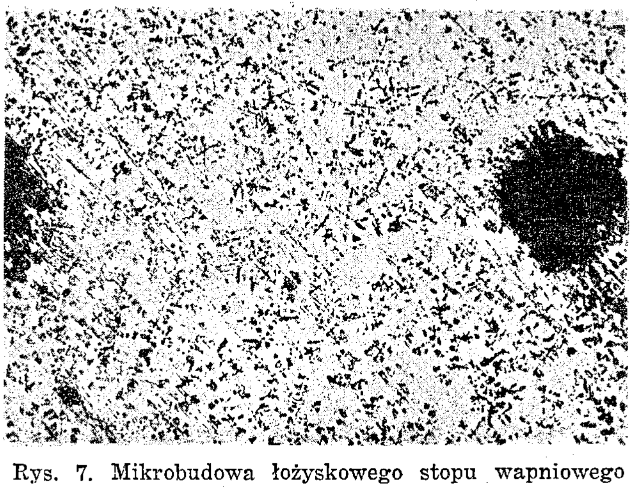
Wytwarzanie stopu łożyskowego składa się [12] z dwu operacji. W pierwszej wytwarza się stop wstępny ołów-wapń. W tym celu stosuje się zwykle sole wapniowe, które przy produkcji stopu wstępnego są redukowane do wapnia metalicznego. Stop wstępny zawiera do 3% Ca. Odznacza się on metalicznym dźwiękiem i posiada twardość czterokrotnie wyższą od ołowiu.

W drugiej operacji stop wstępny rozcieńcza się odpowiednio ołowiem. Operację tę przeprowadza się zwykle w kotle żeliwnym. Do roztopionego ołowiu rafinowanego dodaje się stop wstępny Pb-Ca w takiej ilości, aby stop ostateczny zawierał Ca w ilości 0,95 % (w ilości tej uwzględniony jest już upał sodu). Stop miesza się dokładnie, bacząc by temperatura jego była w granicach 470 — 570° C. Wyższa temperatura powoduje nadmierne wypalanie wapnia

i sodu, niższa — wydzielanie się związku Pb_3Ca, gęstopłynność stopu i nierównomierność składu chemicznego. Stop odlewa się następnie w bloczki. Powierzchnia ich powinna być czysta i gładka a przełom nie powinien zawierać tlenków i wtrąceń ciał obcych. Bloczki stopu przesyła się następnie z atestem do odlewni, gdzie po roztopieniu służą jako materiał łożyskowy do wylewania panewek.

III. Zasady wylewania panewek stopem wapniowym

Dla otrzymania dobrych własności mechanicznych i łożyskowych stopu ŁCa należy ściśle przestrzegać zasad wylewania panewek tym stopem. Aby uzyskać dobrą jego przyczepność do panewek, należy ich rowki przed wylaniem stopem dokładnie oczyścić z brudu (stalową szczotką lub strumieniem piasku), a następnie przemyć gorącą wodą. Dla usunięcia z panewek rdzy i tłuszczu należy je przemyć w 10 % roztworze ługu sodowego o temperaturze 80 — 90° C a następnie wodą o temperaturze 90 — 100° C. Tygiel stosowany do topienia stopu ŁCa powinien być głęboki i wąski dla zmniejszenia powierzchni utleniania stopu. Wskazane jest, by tygiel posiadał przegrodę wewnętrzną zabezpieczającą przed przedostaniem się żużla do panewek w czasie wylewania ich stopem. Stop winien przebywać w tyglu w stanie roztopionym możliwie krótko. Dlatego należy ładować stop do tygla nagrzanego już uprzednio do ciemnoczerwonej barwy. Tygiel powinien być ponadto tak ustawiony w piecu, aby gorące gazy opływały zewnętrzną powierzchnię tygla do wysokości poziomu roztopionego stopu. Pozwala to na szybkie i równomierne nagrzanie całej masy stopu. Na roztopiony stop dla ochrony przed utlenianiem, należy narzucić warstwę suchego węgla drzewnego (o wielkości kawałków od 5 do 10 mm). Temperatura nagrzania stopu winna wynosić od 500 do 550° C. Wyższa temperatura jest niewskazana, gdyż następuje w tym przypadku gwałtowne wypalenie wapnia i sodu oraz tworzenie się pęcherzy (rys. 7). Stop przed wylaniem powinien być dokładnie wymieszany dla ujednorodnienia składu. Podczas wylewania temperatura stopu nie powinna spaść poniżej 475° C. Panewki nagrzane do temperatury zależnej od typu (tablica VII) [6] umieszczone w formach nagrzanych do temperatury około 200° C i uszczelnionych zaprawą, należy zalewać stopem — nie przy pomocy łyżki — lecz bezpośrednio z tygla. Stop należy lać równomiernym nieprzerywanym i możliwie krótkim strumieniem, uważając by nie przedostały się do formy części żużla lub węgla drzewnego. Dla dokładniejszego wypełnienia formy i uniknięcia jamy usadowej, w końcowej fazie wylewania należy wlać pewien nadmiar stopu coraz to cieńszą strugą.



Rys. 7. Mikrobudowa łożyskowego stopu wapniowego wylanego na panewkę przy 600° C. Widoczne zubożenie stopu w wapń i sód oraz powstanie porów w stopie. Trawienie elektrolityczne. Pow. 125×

Tablica VII
Temperatury nagrzania panewek przed wylaniem stopem ŁCa

Typ panewki	Temperatura nagrzania w °C
Stalowe	220 – 260
Brązowe cienkościenne	125 – 150
Brązowe grubościenne	100 – 125

Po dostatecznym ostygnięciu formy należy wyjąć z niej panewkę i usunąć z niej nadlewy oraz nierówności. Celowe jest dociśnięcie stopu do panewki po jej wylaniu co zmniejsza późniejsze osiadanie stopu w początkach pracy łożyska [13].

IV. Wyniki prób roboczych

Celem wprowadzenia na rynek krajowy stopu ŁCa przeprowadzono długotrwałe próby robocze na krajowym taborze kolejowym. Stopem ŁCa wylano brązowe panwie 3-osiowych wagonów osobowych. Przyczepność stopu zapewniono przy pomocy rowków klinowych, wyżłobionych w panewkach. Po półrocznej pracy w ruchu podmiejskim (a więc przy przeciążeniach) przegląd powierzchni ślizgowych panwi i szyjek osiowych wykazał ich gładkość oraz stosunkowo małe wytarcie warstwy stopu łożyskowego. Stop nie wykazywał śladów korozji ani nie uległ pod wpływem obciążenia widocznemu wyciskaniu bocznemu. Dość znaczna porowatość stopu w niektórych panwiach, spowodowana niedostatecznym opanowaniem technologii wylewania, nie wpłynęła na jakość łożysk.

Skład chemiczny stopu po wylaniu panewek mieścił się w przepisowych granicach (1,1 % Ca, 0,65 Na). Przybliżone obciążenie łożysk w przeprowadzonych próbach wynosiło $p = 30$ kG/cm², $v = 1,6$ m/sek.

Zadowalające wyniki tych prób pozwoliły na zalecenie szerszego zastosowania stopu ŁCa w kolejnictwie, w miejsce dotychczas stosowanych stopów niskocynowych.

Stop łożyskowy wapniowy ŁCa, ze względu na jego własności mechaniczne i łożyskowe oraz skład chemiczny (nie zawiera deficytowej cyny), może znaleźć — jak wykazały wyniki prób

roboczych — zastosowanie w taborze kolejowym. Aby utrzymać w stopie ŁCa wszystkie jego dodatnie cechy konieczne jest opanowanie technologii jego wylewania.

Literatura

1. *W. Hofmann.* Blei und Bleilegierungen. Berlin 1941
2. *A. Krupkowski.* Stop łożyskowy ołowiowo-alkaliczny. Z prac Komisji Stopów Łożyskowych (1950) (w rękopisie).
3. *M. M. Chruszczow.* Iznos i trenije w maszinach. Moskwa 1950.
4. *A. A. Smiriagin i A. Szpagin.* Ołowianistyje bronzy, babbity, pripoj i ich zamienitieli. Moskwa 1949.
5. *M. M. Chruszczow.* Issledowanija prirabotki podszipnikowych spławow. Moskwa 1946.
6. *M. W. Narbutt.* Primienienije małoołowianistych babbitów i tiechnika zaliwki podszipnikow w sudoremontie. Moskwa (1939).
7. Maszinostrojenije Tom IV, Moskwa 1946.
8. *A. Krupkowski.* Przegląd Mechaniczny 1947, nr 1.
9. *A. Krupkowski.* Przegląd Mechaniczny 1947, nr 8.
10. *R. J. Schoemaker.* Sleeve Bearing Materials. Cleveland, Ohio 1949.
11. *J. Blanderer.* Erzmetall 1950.
12. *W. Krawczyk.* Stop ołowiowo-alkaliczny ŁCa. Z prac Komisji Stopów Łożyskowych (1950) (w rękopisie).
13. *J. Fijałkowski.* Instrukcja wylewania panewek stopem ŁCa. Z prac Komisji Stopów łożyskowych (1950) (w rękopisie).

Inż. KAZIMIERZ KURSKI

K.D.669.14 - 419/.23:669.2/.8

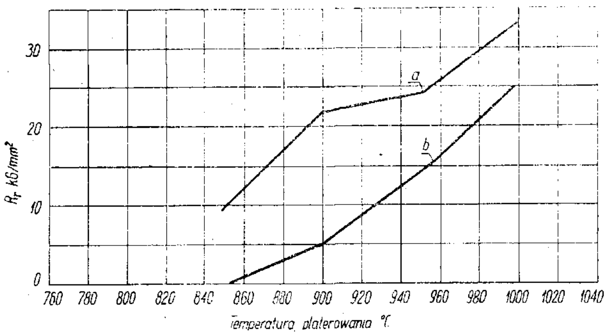
Platerowanie blachy stalowej metalami nieżelaznymi

Metody wyrobu blach platerowanych. — Wytrzymałość zgrzewania, wpływ jakości materiału, temperatury i nacisku platerowania. — Sposoby łączenia blach platerowanych oraz ich zastosowanie.

W przeżywanej obecnie epoce szybkiego rozwoju przemysłu, specjalnego znaczenia nabiera zagadnienie zaopatrzenia go w metale nieżelazne, z powodu ich deficytowości. Zastąpienie metali nieżelaznych platerowanymi blachami stalowymi jest uzasadnione gospodarczo. W wielu przypadkach stosowanie platerów łączących odporność na korozję metalu nieżelaznego z własnościami wytrzymałościowymi stali jest również z przyczyn technologicznych korzystniejsze od stosowania metalu nieżelaznego. Udział metalu nieżelaznego w platerze nie przekracza na ogół 10 %, resztę stanowi niskowęglowa stal, a często stosuje się platery zawierające zaledwie 3 do 5 % metalu nieżelaznego. Zastosowanie platerów daje więc możliwość zaoszczędzenia co najmniej 90 % metalu nieżelaznego. Platery znalazły główne zastosowanie w produkcji blach jedno- i dwustronnie platerowanych oraz w produkcji rur i prętów.

Produkcja blach platerowanych polega na zgrzaniu ze sobą, podczas walcowania wstępnego stalowej platyny z nakładką z metalu nieżelaznego lub jego stopu, przy temperaturze właściwej dla materiału nakładki. Dla zapobieżenia utlenianiu się zgrzewanych powierzchni stosuje się różne sposoby: *1.* nagrzewanie w piecach o atmosferze ochronnej oraz w piecach gazoszczelnych, *2.* opakowanie cienką (0,1 do 0,2 mm) wyżarzoną blachą żelazną, izolowaną wewnątrz szkłem wodnym od stalowej platyny i nakładki, *3.* spawanie obwodu styku platyny stalowej z dopasowaną do niej nakładką. Przy szczególnie odpowiedzialnych zgrzewaniach (termobimetale) można stosować jednocześnie sposoby *2* i *3*. Lepsze wyniki daje spawanie elektryczne na obwodzie, ponieważ przy spawaniu acetylenowym produkty spalania przenikają między złożone ze sobą, oczyszczone powierzchnie platyny i nakładki, powodując utlenienie tych powierzchni, ułatwione przez wysoką temperaturę spawania, co z kolei powoduje późniejsze złe zgrzanie. Duże znaczenie dla dobrego zgrzania plateru ma czystość powierzchni platyny i nakładki. Powierzchnie te należy odtłuścić w 10 do 15 % roztworze ługu sodowego, elektrolitycznie lub przez zanurzenie. Po odtłuszczeniu powierzchni należy je wytrawić oraz starannie wyczyścić szczotką stalową. Zastosowanie czyszczenia wpływa korzystnie na zwartość plateru, ponieważ powoduje szerstkość powierzchni.

Przy platerowaniu stopów glinowych czystym glinem rozpowszechniona jest metoda łączenia nakładki z materiałem podstawowym już podczas odlewania. Przez umieszczenie 2 płyt aluminiowych na dwu ścianach wlewnicy, otrzymujemy wlewek stopu z trwale przytopionymi doń płytami czystego aluminium. Metodę tę stosuje się również przy odlewaniu ciągłym. Natryskiwanie (metoda Schoppa), ma — poza łatwością procesu — pewne wady, z których najważniejszą jest silne utlenianie się rozpylonego metalu, użytego do pokrycia, co powoduje otrzymywanie warstwy natryskanej o dużej zawartości tlenku. Poważny wpływ na jakość plateru uzyskanego metodą zgrzewania, ma skład chemiczny stali użytej do platerowania. Zawartość węgla nie powinna przekraczać 0,2 %, a w wielu przypadkach stosujemy stale o zawartości węgla, nie przekraczającej 0,12 % ze względu na pożądaną tłoczność plateru oraz możliwie niską granicę rekrystalizacji. Metale nieżelazne i ich stopy używane jako nakładki (miedź mosiądz, tombak, aluminium, brąz) rekrystalizują przy niższych temperaturach aniżeli stal, tak że w rezultacie przy wyżarzaniu otrzymuje się zbyt silny wzrost ziarn w materiale nakładki, prowadzący przy dalszej przeróbce do niepożądanych zjawisk. Przy platerowaniu



Rys. 1. Wpływ temperatury platerowania na wytrzymałość zgrzewania stali z miedzią
krzywa *a* — stal odwęglona powierzchniowo, *b* — stal nieodwęglona

stalą nierdzewną, podczas wyżarzania, dyfuzja węgla do nakładki może doprowadzić do wydzielania się węglika chromu na powierzchni zgrzewania, co powoduje kruchość plateru i jego nieprzydatność. To niepożądane zjawisko można wyeliminować przez użycie jako wkładki między stalową platynę i nakładkę, cienkiej blachy niklowej. Nikiel działa w tym przypadku jako przedzielacz uniemożliwiający dyfuzję węgla. Rys. 1 przedstawia wytrzymałość na rozciąganie plateru miedź-stal, *a.* w przypadku stali odwęglonej powierzchniowo, *b.* w przypadku stali węglowej.

Widzimy, że wytrzymałość na rozciąganie w płaszczyźnie zgrzewania powierzchniowo jest wyższa dla stali odwęglonej przeciętnie o 10 do 15 kG/mm² i utrzymuje się w całym zakresie temperatur zgrzewania, co świadczy o niemożliwości wyeliminowania ujemnego wpływu węgla przez zmianę warunków platerowania. Przy platerowanym aluminium zawartość węgla w stali nie powinna przekraczać 0,06 %, inne zanieczyszczenia winny być utrzymane w granicach: S do 0,04 %, P do 0,04 %, Si ślady. Należy podkreślić ujemny wpływ krzemu na wytrzymałość powierzchni zgrzewania i to zarówno przy jego obecności w stali, jak i materiale nakładki. W jednym z zakładów stwierdzono, że miedź zawierająca 0,2 % krzemu nie nadaje się do platerowania. Przy platerach aluminiowych celowo stosuje się dodatek 1 % krzemu do aluminium, dla utrudnienia dyfuzji i tworzenia się kruchego związku $FeAl_3$, dodatek ten jednak powoduje poważne trudności przy zgrzewaniu plateru.

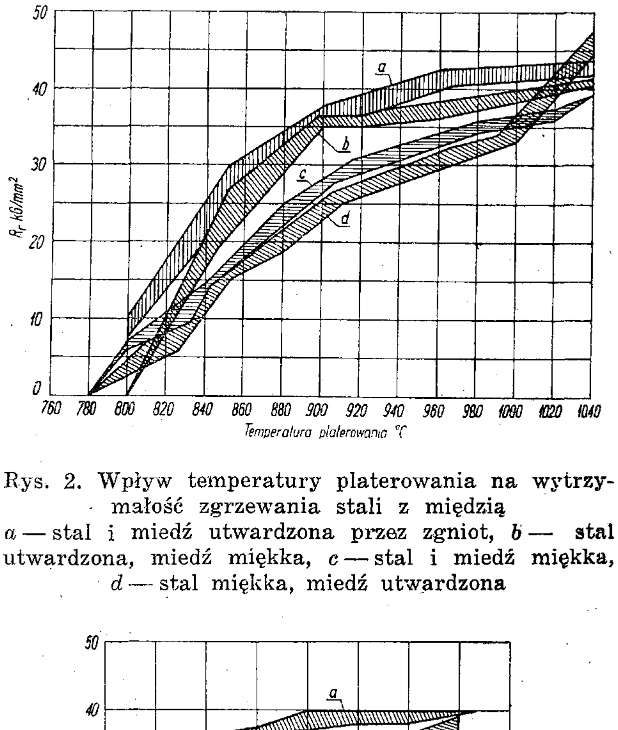
Poza dokładnym przygotowaniem powierzchni i opakowaniem, dwa czynniki decydują o jakości zgrzewania nakładki z materiałem podstawowym: *1.* siła nacisku przy walcowaniu gorącym i *2.* temperatura platerowania. Temperatura platerowania jest różna zależnie od materiału stosowanej nakładki. Przy platerowaniu czystymi metalami stosuje się na ogół temperatury o 80 do 200° C niższe od ich temperatury topnienia. Dla miedzi stosujemy temperatury 880 do 1000° C, dla niklu 1200 do 1300° C. Przy stopach stosuje się temperatury leżące około 50 do 150° C poniżej ich linii solidus. Zbyt niskie temperatury zgrzewania powodują na ogół gorsze przyleganie nakładek plateru, przy czym wpływ ten tylko częściowo można zrównoważyć zwiększoną siłą nacisku. Rys. 2 przedstawia zależność wytrzymałości na rozciąganie w płaszczyźnie zgrzewania od temperatury platerowania dla stali platerowanej miedzią. Miedź zawierała 0,006 % P jako pozostałość po odtlenieniu, stal miała zawartość 0,2 % C. Jako utwardzoną należy rozumieć stal przerobioną plastycznie na zimno o twardości = = 185 H_B. Dla tak samo utwardzonej miedzi twardość = 100 H_B.

Wykres rozróżnia następujące przypadki:

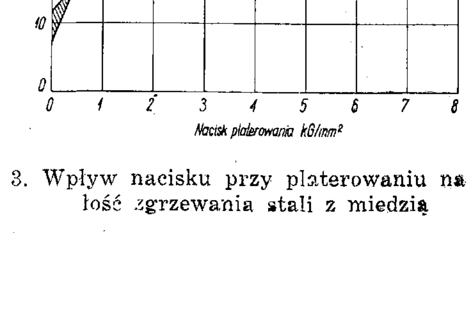
a. platerowanie utwardzoną miedzią utwardzonej stali,
b. platerowanie miekką miedzią utwardzonej stali,
c. platerowanie miękką miedzią miękkiej stali,
d. platerowanie utwardzoną miedzią miękkiej stali.

Próby platerowania stali miedzią przeprowadzono przy zastosowaniu stałych nacisków 3 kG/mm². Próby przebywały w piecu 10 minut przy temperaturze badania, później chłodzono je, a następnie poddawano zgrzewaniu.

Z wykresu widać, że najlepsze wyniki otrzymano przy zastosowaniu utwardzonej stali



Rys. 2. Wpływ temperatury platerowania na wytrzymałość zgrzewania stali z międzią
a — stal i miedź utwardzona przez zgniot, *b* — stal utwardzona, miedź miękka, *c* — stal i miedź miękka, *d* — stal miękka, miedź utwardzona



Rys. 3. Wpływ nacisku przy platerowaniu na wytrzyłość zgrzewania stali z miedzią

i utwardzonej miedzi, najgorsze przy stosowaniu miękkiej stali i utwardzonej miedzi. Pola zakreskowane obrazują rozrzut wyników. Połączenie obu metali zachodzi już przy temperaturach od 780 do 800° C.

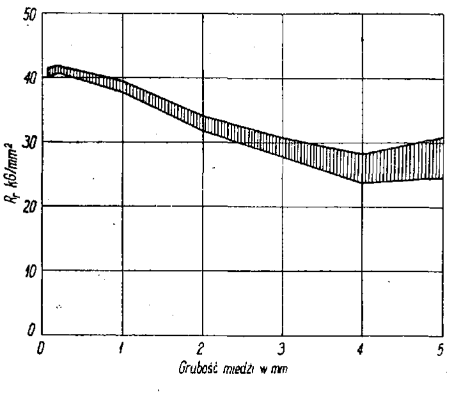
W zakresie temperatur od 840 do 900° C osiągnięta wytrzymałość złącza, we wszystkich czterech przypadkach, przekracza wytrzymałość na rozciąganie miedzi miękkiej, zatem rozerwanie następuje już w miedzi a nie w miejscu zgrzewania.

Rys. 3 obrazuje wpływ nacisku przy platerowaniu, do którego użyto stali i miedzi w stanie miękkim, a temperatura platerowania wynosiła 1000° C. Większość prób osiągnęła wytrzymałość blisko 40 kG/mm².

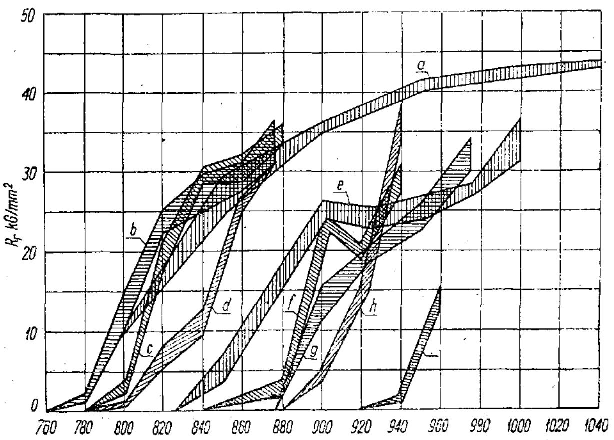
Na wykresie widać początkowo szybki wzrost wytrzymałości do nacisku platerowania = 1 kG/mm², dalej krzywa zagina się i przebiega dość równomiernie wykazując stały wzrost.

Rys. 4 wykazuje wpływ grubości nakładki przy platerze miedź/stal, przy temperaturze 1000° C i nacisku platerowania 3 kG/mm².

Z wykresu widać, że im mniejszy jest stosunek grubości platerowanej nakładki do ogólnej grubości plateru, tym uzyskuje się na ogół silniejsze połączenie przy gorącym walcowaniu. Fakt ten uzasadnia celowość stosowania cieńszych platerów i czyni zadość postulatom oszczędnościowym.



Rys. 4. Wpływ grubości nakładki miedzianej na wytrzymałość zgrzewania stali z miedzią



Rys. 5. Wpływ temperatury platerowania na wytrzymałość zgrzewania stali z różnymi mosiądzami (objaśnienie w tekście)

Rys. 5 przedstawia zależność między temperaturą platerowania, a wytrzymałością zgrzewu dla platerów z różnych gatunków mosiądzu. Zarówno stal jak i mosiądze są w stanie miękkim. Krzywa *a* naniesiona z rys. 2, przedstawia zależność dla utwardzonej stali i utwardzonej miedzi. Następne krzywe przedstawiają zależności dla stali miękkiej i mosiądzu: *b* — Ms 58 bez Pb, *c* — Ms 60, *d* — Ms 58 + 3,2 % Pb, *e* — Ms 90, *f* — Ms 70/29/1, *g* — Ms 80, *h* — Ms 70, *i* — Ms 76/22/2 Al. Wymienione mosiądze dadzą się rozbić na 2 typy, a mianowicie: o strukturze jednorodnej α i niejednorodnej $\alpha + \beta$. Mosiądze o strukturze niejednorodnej cechuje na ogół niższa temperatura początku platerowania i węższy zakres temperatur platerowania.

Porównanie krzywej *e* z krzywą *a* świadczy o niekorzystnym wpływie cynku na wytrzymałość zgrzewu i zakres temperatur zgrzewania.

Krzywe *g* i *h* wykazują dalsze pogorszenie się wytrzymałości zgrzewu i zwężenie zakresu temperatur platerowania przy wzroście zawartości cynku w mosiądzu.

Krzywa *i* dla mosiądzu glinowego 76/22/2 wykazuje ujemny wpływ glinu jako dodatku na zdolność platerowania mosiądzem.

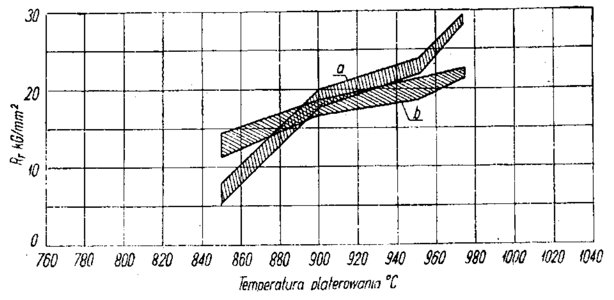
Rys. 6 przedstawia wyniki platerowania stali metalem Monela o składach: *a* — 31,62 % Cu, 1,02 % Mn, 1,12 % Fe, reszta Ni, *b* — 30,7 % Cu, 1,25 % Mn, 0,22 % Fe, reszta Ni. Z wykresu widać, że aczkolwiek zakres temperatur użytecznego platerowania nie jest zbyt szeroki, osiągnięte wytrzymałości w powierzchni zgrzewania kwalifikują metal Monela jako materiał odpowiedni na nakładkę. Jakość zgrzewu można sprawdzić określając jego wytrzymałość na rozciąganie metodą przedstawioną na rys. 7. Metodę tę stosuje się jedynie do blach grubych, po wstępnym walcowaniu gorącym, które decyduje o wytrzymałości zgrzewu. Grubość blachy do tej próby zależy od grubości plateru, która nie powinna być mniejsza niż 1 mm, gdyż poniżej tej grubości twarde lutowanie plateru mosiądzem jest utrudnione. Spojoną próbkę obrabia się na znormalizowany wymiar próbki na rozciąganie.

Obok nacisku wywieranego przy walcowaniu przez walce, przy temperaturach zgrzewu, istnieją jeszcze inne metody wywierania nacisku platerującego. W wielu przypadkach wykorzystuje się różne współczynniki rozszerzalności cieplnej nakładki i materiału podstawowego.

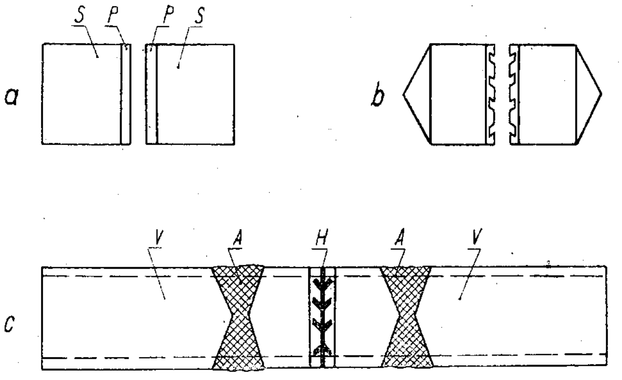
Jako przykład służyć może wewnętrzne platerowanie rur stalowych miedzią. Do rury stalowej wkłada się rurę miedzianą odpowiedniej grubości, przeciąga się obydwie, powodując silne przyleganie i ogrzewa do 900 — 950° C.

Różne współczynniki rozszerzalności miedzi i stali powodują silne przyleganie miedzi do stali i powstanie dobrego zgrzewu.

W przypadku odwrotnym, przy platerowaniu zewnątrz materiałem o większym współczynniku rozszerzalności cieplnej stosuje się tzw. pancerz z materiału o mniejszym współczynniku rozszerzalności cieplnej. Naturalnie pancerz należy odizolować od materiału nakładki. Nacisk owego pancerza, którego zaletą musi być łatwe



Rys. 6. Wpływ temperatury platerowania na wytrzymałość zgrzewania stali z metalem Monela



Rys. 7. Sposób przygotowania próbki do badania wytrzymałości zgrzewania plateru
a — wycięte krążki z platerowanej blachy, *s* — stal, *p* — nakładki, *b* — nacięcie warstwy platerowanej i zukosowanie warstwy stali do spawania, *c* — twarde lutowanie warstw platerowanych (*H*), spawanie (*A*) przedłużeń (*V*) od strony stalowej i obróbka próbki według linii przerywanej

zakładanie i zdejmowanie na platery (np. rurę żelazną platerowaną miedzią) powoduje dobre przyleganie miedzi do rury stalowej i powstanie przy odpowiedniej temperaturze dobrego zgrzewu.

Zabiegiem, który w wielu przypadkach może mieć ujemny wpływ na zgrzew nakładki z materiałem podstawowym, jest wyżarzanie zmiękczające.

Na przykład blacha platerowana aluminium, wykazująca dobrą spoistość, którą można bez obawy uszkodzenia plateru walcować na zimno, przy nieumiejętnym wyżarzeniu rozchodzi się. Na powierzchni zgrzewania wydziela się kruchy, szaroczarny osad związku $FeAl_3$, czyniący plater bezwartościowym. Zapobiega temu, jak wspomniano, stosowanie możliwie najniższych temperatur wyżarzania oraz dodatek 0,7 — 1,5 % Si do aluminium. Podobne zjawisko wydzielania się kruchej fazy AlCu na powierzchni zgrzewania obserwujemy przy nieumiejętnym, zbyt wysokim wyżarzeniu cupalu (plateru Cu — Al). Przy blachach platerowanych stalami austenitycznymi, przegrzanie blachy do 1000° C może spowodować na skutek dyfuzji powstanie kruchego martenzytu na powierzchni zgrzewania.

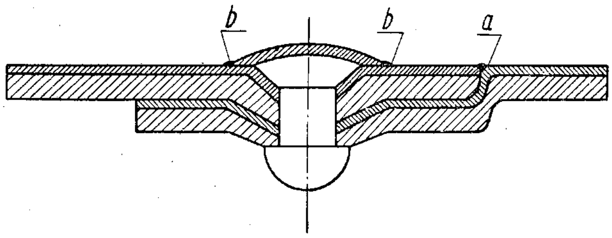
Wydzielanie się węglików chromu omówiono przy określaniu znaczenia zawartości węgla w stali.

Ogólnie należy powiedzieć, że towarzysząca wyżarzaniu dyfuzja działa korzystnie, o ile prowadzi do powstania roztworu stałego, który posiada dobrą plastyczność, działa natomiast niekorzystnie i należy jej zapobiegać, jeśli prowadzi do powstawania twardego składnika strukturalnego, np. związku międzymetalicznego.

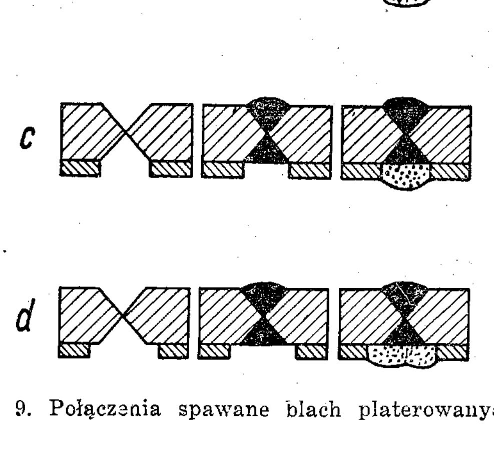
Przy operacji wyżarzania duże znaczenie posiada atmosfera pieca. Przy wyżarzaniu platerów niklowych należy zwrócić uwagę na izolowanie niklu od gazów zawierających SO_2. Korzystne jest poza normalnym opakowaniem pociągnięcie niklowego plateru roztworem szkła wodnego. Przy wyżarzaniu platerów miedzianych, na skutek dyfuzji wodoru z atmosfery redukującej, przy zawartości tlenu w miedzi, mogą wystąpić pęcherze wskutek powstawania pary wodnej, które częstokroć mylnie przypisuje się wadliwemu zgrzewaniu przy platerowaniu.

Atmosfera utleniająca może spowodować zniszczenie cienkich platerów miedzianych. Żarzenie w zbyt dużych stosach bez przedzielenia blach np. papierem przy zbyt wysokiej temperaturze — może doprowadzić do sklejenia platerów między sobą.

Przy platerach o cienkiej nakładce należy podczas odbioru technicznego sprawdzić dokładnie nakładki w miejscu podejrzanym, czy nie nastąpiło uszkodzenie. Istnieją dwie proste metody badania platerowanych blach stalowych.



Rys. 8. Połączenie nitowane blach platerowanych



Rys. 9. Połączenia spawane blach platerowanych

Przy mosiądzach z reguły stosujemy badanie roztworem siarczanu miedzi. W miejscu przebicia wystąpi czerwone zabarwienie. Sposób ten można stosować również przy tombakach, ale różnica barw nie jest tak wyraźna. Dlatego dla platerów tombakowych stosujemy drugi sposób używany poza tym do platerów miedzianych, brązowych i niklowych, który polega na działaniu alkoholowym roztworem żelazocjanku potasu zakwaszonym kwasem solnym.

Występujące intensywnie niebieskie zabarwienie wskazuje miejsce przebicia plateru. Podobne badania należy przeprowadzić przy łączeniu blach platerowanych w miejscach ich spawania i nitowania. Połączenie tego rodzaju obrazuje rysunek 8 i 9.

Rys. 8 przedstawia metodę nitowania dwu platerowanych blach. Miejsce podatne na korozję *a* i *b* należy zabezpieczyć przed korozją. Miejsce *a* przez spawanie materiałem nakładki lub materiałem o bardzo zbliżonym potencjonale, a na obwodzie *b* przez zastosowanie nitu z materiału nakładki lub nitu stalowego z platerowanym łbem.

Rys. 9 obrazuje metody połączenia dwu platerowanych blach przez spawanie. Przypadki *a* i *d* dotyczą spawania blach grubych, a *b* i *d* dotyczą spawania specjalnie odpowiedzialnego. Przy łączeniu i stosowaniu platerowanych blach winno się z reguły eliminować do minimum możliwości powstawania międzymetalicznych ogniw krótkospiętych, powodujących korozję.

Zagadnienie szerokiego stosowania blach platerowanych jedno i dwustronnie jest ciągle jeszcze otwarte. Poza zastosowaniem w elektrotechnice, galanterii, wyrobach użytku domowego, grube blachy platerowane znajdują coraz szersze i wciąż rosnące zastosowanie w przemyśle tekstylnym, papierniczym, mięsnym, mleczarskim, przetwórczo - tłuszczowym, garbarskim, farbiarskim, okrętowym itp.

Literatura

Maszinostrojenije. Tom IV, Moskwa 1948.

Ł. E. Miller i I. Gabrietian. Termobimietałły

Dr inż. H. Kalpers. Verarbeitung platierter Stahlbleche. Stahl und Eisen, 1948.

Inż. W. Engelhart Aue. Plattierung. Die Technik Bd. 3, 1948, str. 381/386.

Clad Steel Plate By F. R. Pattison.

Solid Phase Bonding of Aluminium to Steel, Journal of the Institute of Metals 1949, str. 28.

Nickel Clad Steel. Sheet, Metal Industries 1949, str. 1894.

Zarząd Stowarzyszenia Wychowanków Akademii Górniczo-Hutniczej przypomina Sz. Kolegom, że na skutek uchwały II Zjazdu Naukowego Zjazdy Naukowe Stowarzyszenia mają się odbywać corocznie w gmachu Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

W związku z tym pomimo że do okresu wiosennego, w którym następny Zjazd będzie zwołany, jest stosunkowo dużo czasu, biorąc pod uwagę zaabsorbowanie Kolegów zajęciami fachowymi, przypominamy Sz. referentom, że przed Zjazdem Zarząd Stowarzyszenia winien otrzymać tematy zgłoszonych referatów, a następnie ich skróty, celem wydrukowania ich, przy zachowaniu odpowiednich przepisów. O ile będzie to możliwe Zarząd Stowarzyszenia zamierza wydrukować referaty w całości w pracach Zjazdu.

Skróty referatów (referaty) będą oddane po nadesłaniu ich do oceny Komisji Kwalifikacyjnej.

Zarząd Stowarzyszenia oczekuje zgłoszenia tematów referatów do dnia 1. I. 1952 r., skrótów referatów do dnia 1. III. 1952 r.

Referaty osób spoza Stowarzyszenia będą również mile widziane.

NOWOŚCI Z DZIEDZINY HUTNICTWA

RUDY

Nomogram jako środek pomocniczy przy dawkowaniu odczynników flotacyjnych[1]

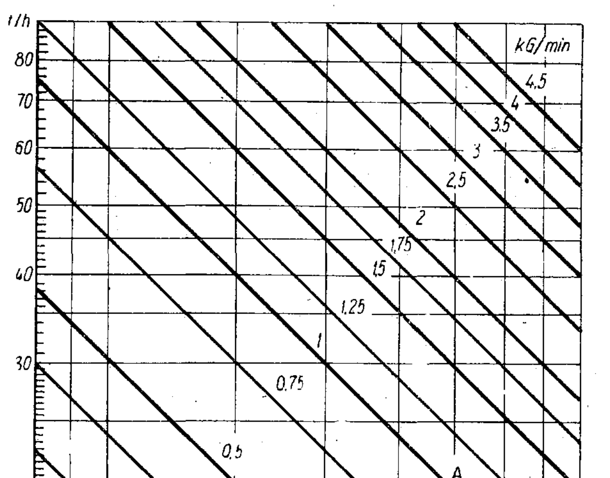
Zużycie odczynników flotacyjnych zależy, jak wiadomo, od ilości przerabianej nadawy. Jeśli ilość nadawy nie ulega większym zmianom, problem dawkowania odczynników nie nastręcza specjalnych trudności. Często jednak strumień nadawy ulega dość dużym wahaniom na skutek nierównomiernej dostawy rudy z kopalni, braku wody, uszkodzenia maszyn itp.

Istnieje cały szereg automatycznych urządzeń mających na celu racjonalne dawkowanie odczynników. Aparaty te są sterowane przez strumień nadawy, bezpośrednio lub za pośrednictwem przekaźników elektrycznych. W większości jednak zakładów stosowane są aparaty wymagające regulacji ręcznej.

Wszystkie niedopatrzenia w dawkowaniu odczynników odbijają się ujemnie na kosztach produkcji. Wzrasta zużycie odczynników, spada często ekstrakcja. Zwykle dopiero miesięczny bilans materiałowy pozwala na wykrycie błędów.

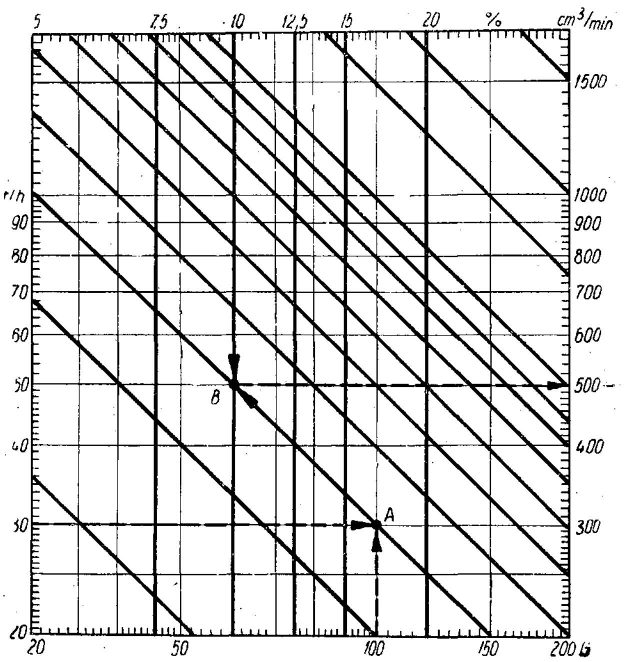
Dużą pomocą dla personelu nadzorującego mogą być opisane niżej nomogramy. Ułatwiają one przeliczenia ilości dodawanych odczynników w zależności od przerobu. Niewielki rozmiar i prostota użycia, pozwalają na umieszczenie ich w notesie, dzięki czemu są stale pod ręką. Konstrukcja nomogramów jest tak prosta, że każdy kierownik zakładu flotacyjnego może sam sporządzić je dla wszystkich stosowanych odczynników. Nomogramy wymagają papieru o podwójnej skali logarytmicznej.

Jako przykład konstrukcji najprostszego nomogramu może służyć nomogram dla dawkowania starej sody (rys. 1).



Rys. 1. Nomogram do dawkowania stałej sody. Rozkład konstrukcji i sposobu posługiwania się

1 F. Zrener — Erzmetall 3, 1950, str. 95.



Rys. 2. Nomogram do dawkowania roztworu ksantogenianu

Na osi rzędnych zaznaczamy skalę przerobu w t/godz., a na osi odciętych skalę dodatku sody w kg/t. Następnie przeprowadzamy krótkie obliczenie.

Niech przerób wynosi na przykład 20 t/godz, a dodatek sody 3 kg/t. W ciągu godziny zużycie sody wynosi wiec 60 kg tzn. 1 kg/min. Przez pukt A leżący na przecięciu współrzędnych „20 t/godz" i 3 kg/t" prowadzimy prostą nachyloną pod kątem 45° do osi odciętych i oznaczamy ją „1 kg/min". Przeprowadzając kilka podobnych obliczeń dla różnych przerobów uzyskamy sieć skośnych linii odpowiadających różnym ilościom sody, dodawanym w 1 min.

Posługiwanie się nomogramem jest bardzo proste. Chcemy na przykład znaleźć ilość sody jaką trzeba dodawać na minutę przy zmienionym przerobie. Szukamy punktu przecięcia współrzędnych nowego przerobu i danego zużycia sody w kg/t. Położenie tego punktu względem najbliższych linii skośnych da nam szukaną wielkość. Wielkość tę, tj. ilość sody na minutę, łatwo ustalić przy pomocy stopera i wagi.

Trudniejsza jest konstrukcja nomogramu dla czterech zmiennych, np. gdy odczynnik stosowany jest w postaci roztworu. Przykładem takiego nomogramu jest nomogram (rys. 2), określający dodatek 10 % roztworu ksantogenianu w cm³/min.

Na lewej osi rzędnych odcinamy skalę przerobu w t/godz, a na dolnej osi odciętych skalę dodatku ksantogenianu w g/t.

Niech przerób wynosi np. 30 t/godz, a zużycie ksantogenianu 100 g/t. Szukamy przecięcia współrzędnych A. Przez punkt ten kreślimy znowu prostą nachyloną pod kątem 45° do odciętej. Przeprowadzamy teraz obliczenie zużycia 10% ksantogenianu w cm³/min. 30 t/godz × 100 g/t = 3000 g/godz. = 50 g/min 50 g/min. × 10 cm³/g = 500 cm³/min. Od punktu A po linii skośnej po-

suwamy się w górę do chwili przecięcia współrzędnych logarytmicznej „5" uzyskując punkt *B*. Od punktu *B* prowadzimy poziomą w prawo; przecięcie jej z prawą osią rzędnych oznaczamy „500 cm³/min" oraz pionową w górę i przecięcie jej górną osią odciętych oznaczamy „10%". Po przeprowadzeniu kilku podobnych obliczeń dla różnych przerobów i roztworów o różnej procentowości, łatwo wyznaczamy obie skale tj. skalę procentów i skalę zużycia odczynnika w cm³/min.

Linie skośne w układzie czterech zmiennych są nieoznaczone i służą jako pomocnicze linie prowadzące.

M. Oktawiec

Flotacja utlenionych rud ołowiu

Flotacja utlenionych rud ołowiu stanowi trudny problem dotychczas całkowicie nie rozwiązany. Ze względu na występowanie u nas mieszanych rud tlenkowo-siarczkowych podajemy w skrócie ostatnie osiągnięcia zagraniczne w tym kierunku.

Przy przeróbce utlenionych rud ołowiu stwierdzono szkodliwe działania soli wapnionych na proces flotacji, wyrażające się obniżeniem ekstrakcji Pb [1]

Ujemny wpływ jonu wapniowego można szczególnie wyraźnie zaobserwować w przypadkach, gdy woda przemysłowa zawiera rozpuszczony $CaSO_4$ lub gdy w skład rudy wchodzą pewne ilości gipsu. Działanie jonu wapniowego można łatwo stwierdzić w czasie siarczkowania siarczkiem sodu. Gdy w roztworze nie ma jonu Ca, ceruzyt zabarwia się szybko na kolor brązowy a później czarny, natomiast w obecności jonu Ca barwa jego pozostaje jasna. Podobny proces zachodzi, gdy zamiast siarczku sodu użyjemy do siarczkowania siarczku baru. Sole magnezu posiadają bardzo mały wpływ i prawdopodobnie przeciwdziałają wpływowi soli wapnia.

Opisane zjawisko można tłumaczyć wytrącaniem się węglanu wapnia lub baru, równocześnie z tworzeniem się siarczku ołowiu, według reakcji:

$$PbCO_3 + Na_2S = PbS + Na_2CO_3$$

$$CaSO_4 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + NA_2SO_4$$

lub krótko:

$$PbCO_3 + S + Ca^{++} = PbS + CaCO_3$$

Węglan manganu jest bardziej rozpuszczalny niż węglan wapnia i nie wytrąca się w warunkach istniejących w procesie flotacji. Należy jeszcze zauważyć, że sole wapnia nie mają wpływu na flotację anglezytu ($PbSO_4$), ponieważ siarczan jest rozpuszczalny. Sole baru natomiast przeciwdziałają siarczkowaniu anglezytu z powodu wytrącania się siarczanu baru.

Szkodliwemu działaniu wody zawierającej $CaSO_4$ na flotację tlenkowych minerałów ołowiu można by zapobiec przez zmiękczanie jej dodatkiem Na_2CO_3. Jest to jednak sposób zbyt kosztowny i w praktyce stosuje się lub wypróbowuje dwie inne metody: Pierwsza polega na zastosowaniu do siarczkowania kwaśnego siarczku sodu zamiast siarczku sodu. NaHS daje niższą wartość p_H jak Na_2S i nie powoduje natychmiastowego wytrącenia się wapnia, który pozostaje w roztworze w postaci kwaśnego węglanu sodu. Drugi sposób polega na dodawaniu soli amonowych, siarczanu lub chlorku, które zwiększają znacznie rozpuszczalność węglanu wapnia. Ponadto sole amonowe skracają czas przygotowania miazgi flotacyjnej i przyspieszają flotację. Należy je dodawać raczej do cel flotacyjnych, niż do młynów kulowych.

Sposób pierwszy (dodatek NaHS) znalazł trwałe zastosowanie w przemyśle, drugi natomiast jest w okresie prób przemysłowych.

W tablicy I zestawiono wyniki prób flotacji, które dostatecznie obrazują wpływ dodatku Na_2S, NaHS, $(NH_4)_2SO_4$ i $CaSO_4$. na ekstrakcję Pb.

Należy jeszcze dodać, że sole wapniowe działają podobnie szkodliwie na flotację malachitu.

Przy przeróbce rud o dużej zawartości szlamów pierwotnych może się okazać konieczny dla koagulacji tych szlamów dodatek soli wapnia, które należy raczej usunąć przez przemywanie lub też strącanie węglanem sodu, a nie zatrzymywać w roztworze opisanymi sposobami.

Tablica I

Wpływ dodatku kwaśnego siarczku i siarczanu amonu na flotację utlenionych rud ołowiu

Odczynniki		Ruda Mibladen*		Ruda La Plagne**	
		Koncentrat % Pb	Odpad % Pb	Koncentrat % Pb	Odpad % Pb
Bez dodatku $CaSO_4$	Na_2S	56,0	0,68	43,4	0,65
	NaSH	56,2	0,60	40,4	0,50
	$Na_2S + (NH_4)_2SO_4$***	54,6	0,56	–	–
	NaSH + $(NH_4)_2SO_4$****	–	–	43,0	0,66
Z dodatkiem 20kg/t$CaSO_4$	Na_2S	39,4	3,85	34,0	3,21
	NaSH	49,1	0,70	49,6	0,88
	$Na_2 + (NH_4)_2SO_4$***	53,9	0,85	–	–
	NaSH + $(NH_4)_2SO_4$*****	51,0	0,45	41,1	0,78

* Ruda Mibladen zawierała 7 % Pb, z czego 80 % w postaci utlenionej. Błyszcz ołowiu (galenę) flotowano przy pomocy dodatku 50 g/t ksantogenianu amylowego. Przy flotacji ceruzytu dodawano 3,5 kg/t Na_2S (w 4 dawkach: 1,5 kg/t, 1 kg/t, 0,5 kg/t i 0,5 kg/t) lub równoważną ilość NaSH oraz w dwóch dawkach 250 g/t ksantogenianu amylowego.

** Ruda La Plange zawierała 6 % Pb głównie w postaci minerałów utlenionych. Flotację błyszczu ołowiu prowadzono przy dodatku 4 g/t ksantogenianu amylowego. Przy flotacji ceruzytu dodawano: 1. 3,5 kg/t Na_2S lub równoważną (60 %) lość NaSH; 2. 1 kg/t Na_2SiO_3; 3. 160 g/t ksantogenianu amylowego.

*** Dodatek $(NH_4)_2SO_4$ wynosił 6 kg/t rudy

**** Dodatek $(NH_4)_2SO_4$ wynosił 2 kg/t rudy.

***** Dodatek $(NH_4)_2SO_4$ wynosił 4 kg/t rudy.

Tablica II

Przeciętne wyniki flotacji utlenionych rud ołowiu W St. Anthony (dane z 2 lat)

Nazwa produktu	Ilość w t	Zawartość					Ekstrakcja w %					
		Au w g/t	Ag w g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Au	Ag	Cu	Pb	Zn
Nadawa	5 000 000	1,28	15,60	0,37	3,23	2,91	—	—	—	—	—
Koncentrat	282 000	22,2	240,0	2,14	50,52	7,35	90,12	86,56	32,94	88,55	14,28
Odpad	4 718 000	0,125	2,19	0,26	0,39	2,65	9,88	13,44	67,06	11,45	85,72

Innym przykładem skutecznego rozwiązania problemu flotacji utlenionych rud ołowiu jest praktyka stosowana w St. Anthony [2]. Przerabiana ruda zawiera przeciętnie 3,2 % Pb, na który składają się następujące minerały: 50 do 60 % ceruzyt ($PbCO_3$), 20 % wulfenit ($PbMoO_4$), 15 % błyszcz ołowiu (PbS), od 0 do 10 % anglezyt ($PbSO_4$) 2 % wanadynit i 3 % niezidentyfikowane.

Rudę rozdrabia się tak, że 44% ziarn jest wielkości poniżej 0,074 mm. Przelew klasyfikatora, zawierający 25 % części stałych, rozcieńcza się wodą w mieszalniku do zawartości 20 % części stałych. Czas przygotowania nadawy flotacyjnej wynosi 15 minut. Stosuje się następujące odczynniki flotacyjne:

1. węglan sodu — dodawany w młynie kulowym w takiej ilości, by w mieszalniku otrzymać p_H od 8,8 do 9,0,
2. odczynniki nr 425 i nr 301 [1] — dodawane w mieszalniku,
3. mieszankę (1:1) kwasu krezolowego i aerofloatu nr 31 — dodawaną do pierwszej celi flotacyjnej,
4. siarczek sodu — dodawany do wstępnych cel flotacyjnych nr 1, 3 i 5.

Ilość odczynników nr 425 i 301 ulega zmianie tylko w wypadku ilościowej zmiany nadawy. Ilością dodatku siarczku sodu i mieszanki kwasu krezolowego z areofloatem regulowano jakość piany. Odczynniki dodawano przeciętnie w następujących ilościach: 2,18 kg/t węglanu sodu, 190 g/t odczynnika nr 425, 315 g/t odczynnika nr 301, 890 g/t siarczku sodu, 74 g/t kwasu krezolowego i 74 g/t aerofloatu nr 31.

Błyszcz ołowiu łatwo flotował się, o ile tylko miazga flotacyjna nie była „przesycona" siarczkiem sodu. Cynk siarczkowy w ilościach powyżej 2 % w rudzie wpływał szkodliwie na flotację ołowiu. Nie udało się nigdy przeprowadzić spalerytu w zupełności do odpadów. Przeciętna analiza sitowa nadawy flotacyjnej za 10 miesięcy była następująca:

powyżej 0,2	mm	=	15,05 %
od 0,2 do 0,14	mm	=	15,16 %
od 0,14 do 0,074	mm	=	25,85 %
poniżej 0,074	mm	=	43,94 %

Średnie wyniki flotacji za 2 lata zestawiono w tablicy II.

LITERATURA

1. *M. Rey*, *P. Chataignon* i *V. Formanek* — Mining Engineering 187, 1950, str. 1126.
2. *E. V. Given* — Mining Engineering 187, 1950, str. 571.

W. Madej

[1] Składu nie podano.

METALE NIEŻELAZNE

Postęp techniczny w rozwoju przemysłu aluminiowego w ostatnich dwudziestu latach

Przemysł aluminiowy w ostatnich dwudziestu latach osiągnął rozwój większy niż przemysł któregokolwiek z innych metali nieżelaznych. Fakt ten ilustrują liczby zestawione w tablicy I.

Najsilniejszy wzrost nastąpił podczas drugiej wojny światowej kiedy produkcja aluminium osiągnęła cyfrę prawie dwóch milionów ton.

W chwili obecnej aluminium zajmuje pierwsze miejsce wśród metali nieżelaznych i — podobnie jak żelazo — jest powszechnie używane w naszych mieszkaniach, domach, w przemyśle i komunikacji. Na przestrzeni ostatnich 20 lat cena aluminium obniżyła się trzy lub czterokrotnie.

Zasadniczy rozwój techniczny przemysłu aluminiowego poszedł w kierunku produkowania stopów o jak najwyższej wytrzymałości zarówno przy temperaturach zwykłych jak i przy podwyższonych, przede wszystkim dla celów lotnictwa. Cel ten osiągnięto dzięki ścisłej współpracy naukowców z przemysłem oraz jak najbardziej dokładnej kontroli produkcji.

Spośród licznych dawniej używanych stopów aluminium utrzymały się duralumin i jego odmiany, stopy *Y* i *RR* przeznaczone do pracy przy podwyższonych temperaturach oraz stopy aluminium z magnezem (hydronalium), których produkcja w ostatnich latach silnie się rozwinęła. Najnowszą zdobyczą w dziedzinie stopów aluminium są stopy typu Al-Zn-Mg, których przedstawicielem jest zicral (opisany na innym miejscu).

Większą część produkcji aluminium zużywa się na odlewy (około 60%) z pozostałej ilości większość (około 30%) stanowi blacha i taśma.

W dziedzinie stopów odlewniczych rozwinięto szereg stopów z miedzią i krzemem.

W dziedzinie metalurgii aluminium postęp techniczny stanowią metody spiekania, pozwalające na przerób boksytów wysokokrzemowych i nefelinów, zrealizowane w skali przemysłowej w Związku Radzieckim. W dziedzinie elektrolizy stwierdzono [2], że elektrolizer używany obecnie jest mało ekonomiczny i należy zmniejszyć jego straty cieplne przede wszystkim przez zastosowanie innej elektrody ciągłej, innego kształtu elektrolizera i jego obudowy oraz przez mechanizację pracy. Pozytywne wyniki pracy nowego próbnego elektrolizera nie zostały przeniesione jeszcze na skalę przemysłową.

Dotychczas panowało przekonanie, że w produkcji aluminium ekonomicznie uzasadnione może być stosowanie energii wytwarzanej jedynie przez elektrownie wodne. Nowością jest decyzja jednej z wytwórni zagranicznych oparcia siłowni o opał gazem ziemnym [3].

W odlewnictwie bloków aluminiowych największym osiągnięciem techniki statnich lat jest odlewanie ciągłe, które przez stworzenie we wlewku drobnoziarnistej struktury pozwala w niektórych przypadkach ominąć

Tablica I

Światowa produkcja aluminium (bez ZSRR) w tysiącach ton

Kraj	1929	1933	1935	1938	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948
Indie Brytyjskie	—	—	—	—	—	—	0,5	2	2	—	—	—	—
Japonia	—	—	4,4	17,0	40,0	72,0	82,0	130,0	100,0	-	—	-	—
Kanada	38,6	16,2	20,6	66,0	99,1	193,0	304,6	449,7	419,2	195,7	—	—	—
USA	102,1	38,2	54,1	130,1	187,1	280,3	472,7	834,8	704,4	469,0	—	—	—
Austria		2,1	2,4	4,4	6,7	9,9	9,7	8,0	7,0	—	—	—	—
Anglia	8,2	11,0	15,1	22,5	19,3	23,0	47,5	56,6	36,0	32,4	—	—	—
Węgry	—	—	0,3	1,5	2,8	5,0	7,0	12,0	14,0	—	—	—	—
Niemcy	32,7	18,9	70,8	161,2	204,6	223,7	254,3	242,0	236,1	—	—	—	—
Hiszpania	—	1,1	1,2	0,8	1,3	1,1	0,8	0,8	0,2	—	—	—	—
Włochy	7,3	12,0	13,8	25,7	38,8	38,2	43,5	42,0	20,0	—	—	—	—
Norwegia	29,1	15,4	14,9	29,0	27,8	17,5	20,5	23,5	20,0	—	—	—	—
Francja	29,1	14,3	22,0	45,3	61,7	63,9	45,2	46,5	26,2	38,0	—	—	—
Szwajcaria	20,0	7,5	11,7	26,5	20,0	25,0	22,0	17,5	5,0	—	—	-	—
Szwecja	—	—	1,8	1,9	1,6	1,1	1,3	3,6	2,5	—	—	—	—
Jugosławia	—	—	—	1,2	2,8	2,2	2,0	0,5	—	—	—	—	—
Razem	270,0	137,3	233,2	533,2	731,0	970,1	1330,0	1928,1	1641,1	810,0	—	—	—
Światowa produkcja łącznie z ZSRR[1]				597,5	798,5	1051,2	1432,1	1992,1	1759,8	842,7	773,1	1056,3	1264,7

[1] Według Revue de l'Aluminium 26, 1949, str. 352.

konieczność wyciskania półfabrykatów przeznaczonych do walcowania lub kucia. Ponadto odlewanie ciągłe daje duże oszczędności robocizny czasu, a tym samym zmniejsza koszty.

Postęp techniczny w dziedzinie odlewnictwa aluminium i jego stopów stanowi również stosowanie tzw. rozdrabniaczy ziarna, jak tytan, chrom i inne.

Pierwiastki te dodane do stopu w ilości kilku dziesiątych procentu powodują uzyskanie struktury drobnoziarnistej na skutek wytwarzania licznych drobnych ośrodków krystalizacji w stygnącym płynnym metalu. Ośrodkami tymi są kryształki związków $TiAl_3$, $CrAl_7$ i innych, powstające na skutek reakcyj perytektycznych przy stosunkowo wysokich temperaturach.

W metodzie uszlachetniania siluminu [4] osiągnięto duży sukces przez zastosowanie modyfikowania solami o składzie:

I: 50 % NaF + 27 % NaCl + 23 % KCl

II: 60 % NaF + 40 % NaCl

zamiast modyfikowania sodem wprowadzonym pod powierzchnię metalu do tygla.

Sole te wprowadzone do pieca elektrycznego jako topnik, na powierzchnię metalu, dają trwały efekt uszlachetniania przez czas 4 godz. Każda porcja metalu odlana w tym czasie z pieca posiada strukturę zmodyfikowaną (uszlachetnioną) w przeciwieństwie do uszlachetniania w tyglu, kiedy efekt ten trwa najwyżej kilkanaście minut od czasu wprowadzenia sodu lub jego soli pod powierzchnię metalu. Ta metoda uszlachetniania trwałego jest tańsza o 25% od dotychczasowej metody uszlachetniania w tyglu lub w kadzi na kilka minut przed odlewem.

W przeróbce plastycznej obserwuje się w ostatnich czasach przesunięcie w kierunku wyciskania. Prasy instaluje się coraz większe i coraz liczniej, wytwarzając za pomocą wyciskania nawet najbardziej skomplikowane kształty. Największą prasę do aluminium i jego stopów o sile 50 000 t zainstalowano **w USA** w roku 1950.

W dziedzinie walcownictwa blach i taśm przechodzi się na całkowitą automatyzację procesu, tj. na walcowanie ciągłe. Zmechanizowano i również włączono w system walcowania ciągłego wyżarzanie pośrednie i trawienie.

W metodach łączenia lekkich stopów osiągnięto duży postęp przez opracowanie metody zgrzewania na zimno. Istota tej metody łącznie polega na zastosowaniu tak silnego nacisku na dwie przylegające do siebie metaliczne czyste powierzchnie aluminium, że płynąc w miejscu styku metal łączy się w jedną całość. Metodą tą zgrzewa się aluminiowe puszki konserwowe. Przy spawaniu elektrycznym ogromny sukces uzyskało spawanie w atmosferze gazu obojętnego — przede wszystkim argonu. Aparat do spawania skonstruowany jest w ten sposób [5, 7], że obok elektrody wypływa w formie stożka strumień (argonu), całkowicie odcinający płynny metal od zetknięcia z tlenem powietrza. Zupełny brak soli do topienia powoduje doskonałą odporność na korozję spoin wytworzonych tym sposobem. Przy spawaniu najgrubszych blach (25 mm) zużycie argonu nie przekracza 5 litrów na minutę.

W dziedzinie łączenia stopów magnezu opracowano metodę klejenia [6], która daje połączenia mocniejsze, trwalsze i tańsze niż spawanie lub nitowanie. Tajemnicą łączenia jest skład kleju wykonanego z żywicy syntetycznej. Klejenie jest specjalnie odporne na obciążenia zmienne i wibracje; stosuje się je do budowy samolotów, najczęściej równolegle z nitowaniem. Metodą tą można również łączyć magnez z drzewem, masami plastycznymi i gumą.

W dziedzinie ochrony przed korozją zasługuje na uwagę wprowadzenie metody ciągłej utleniania anodowego blach i taśm z aluminium lub jego stopów [8].

Aparatura długości 20 m, szerokości 3 m, całkowicie zelektryfikowana, przerabia na raz 4 taśmy grubości od 0,2 do 0,5 mm i szerokości od 150 do 300 mm. Kręgi taśmy łączy się między sobą za pomocą nitowania, tak że proces idzie bez przerwy przez 6 dni. Taśmy po przejściu pomiędzy skórzanymi szczelinami są czyszczone i trawione na gorąco w roztworze alkalicznym w zbiorniku pojemności około 2000 litrów, po czym po opłukaniu wodą wchodzą między rolki stykowe doprowadzające prąd. Każda taśma otrzymuje 600 A przy napięciu 18 woltów. Zbiornik do utleniania anodowego o szerokości 2,5 m długości 9 m i głębokości 0,9 m, zawiera roztwór 15% kwasu siarkowego o temperaturze 20° C. Roztwór studzi się wężownicą ołowianą. Szybkość posuwu taśmy wynosi 90 cm na minutę; po 10 minutach proces utleniania jest zakończony. Po opłukaniu i osuszeniu, taśmy

przechodzą przez roztwór impregnatora powłoki tlenkowej (5% wosku w nafcie) i zwijane są w kręgi. Urządzenie to produkuje do 40 t taśmy miesięcznie.

Literatura

1. *W. A. Maziel*, Proizwodstwo Glinoziema, 1951.
2. *Luzzatto* — J. of. Metals 188, 1950, str. 88.
3. J. of. Metals 188, 1950, str. 913.
4. *H. Meierling*, Die Neue Giesserei Technisch-Wissenschaftliche Beihefte 3, 1950, str. 105.
5. *M. Orman*. Przemysł przetwórczy magnezu, str. 116, 1950 r.
6. *M. Orman*. Przemysł przetwórczy magnezu, str. 135, 1950 r.
7. *L. H. Orton*, Trans of the Inst. of. Welding — Welding Research 4, 1950, str. 47.
8. Metal Industry 79, 1951, 45.

M. Orman

Tytan — nowy metal użytkowy

Od kilku lat jesteśmy świadkami szybkiego rozwoju metalurgii tytanu. Wyniki dotychczasowych badań wskazują na rozległe możliwości jego zastosowania jako cennego tworzywa, przede wszystkim jeśli chodzi o lotnictwo i przemysł okrętowy.

Tytan łączy bowiem w sobie lekkość (c. wł. 4,5) i dobre własności wytrzymałościowe ze stosunkowo wysoką odpornością na korozję, zwłaszcza na działanie wody morskiej. Prowadzone obecnie intensywne prace nad udoskonaleniem technologii wytwarzania tytanu przyczynią się niewątpliwie do obniżenia wysokich dotychczas kosztów jego produkcji. Najbliższe lata mogą przynieść znaczne rozszerzenie możliwości zastosowania tego metalu.

W niniejszym artykule zebrane są w wielkim skrócie dane dotyczące historii, własności i zastosowania czystego tytanu.

Odkrycia tytanu dokonał z końcem osiemnastego wieku Wiliam Gregor [1, 2], który w 1791 r. opisał nieznany dotychczas biały tlenek metalu, otrzymany z kornwalijskiego piasku magnetycznego (ilmenitu).

Cztery lata później odkrywca uranu i cyrkonu M. H. Klaproth wydzielił identyczny tlenek z czerwonego minerału węgierskiego (rutylu) i zaproponował dla nowego pierwiastka zapożyczoną z mitologii greckiej nazwę tytan [3].

Pierwsze wyodrębnienie tytanu w stanie metalicznym przypisywane jest Berzeliusowi (1825 r.), który redukował K_2TiF_6 przy pomocy metalicznego sodu. W świetle naszych obecnych wiadomości o tytanie jest jednak wątpliwe, czy zarówno Berzelius, jak i późniejsi badacze: Rose, Schneider, Deville i inni wydzielili rzeczywiście czysty metal. Prawdopodobnie otrzymali oni różne mieszaniny węglików i azotków, mających wygląd metaliczny, twardych, kruchych i nieobrabialnych.

Dopiero Hunter wydzielił w 1910 r. tytan o czystości 99,9 % przez redukcję czterochlorku tytanu metalicznym sodem [4].

Czysty, metaliczny tytan nie wzbudzał do niedawna żadnego zainteresowania, ze związków jego natomiast duże znaczenie osiągnął dwutlenek tytanu TiO_2, stosowany powszechnie w przemyśle farb i lakierów (biel tytanowa).

Żelazotytan otrzymany w 1895 r. przez Rossiego produkuje się na skalę przemysłową już od 1905 roku [2].

Zawartość tytanu w skorupie ziemskiej według Clarkego i Washingtona [5] wynosi około 0,63% i zaledwie osiem pierwiastków (w tym tylko trzy metale użytkowe: glin, żelazo i magnez) znajduje się w litosferze w większej ilości.

Wprawdzie tytan występuje w około 800 różnych minerałach, lecz tylko kilka z nich posiadą większe znaczenie. Są to: ilmenit, rutyl i tytanit (sfen).

Imenit jest pod względem chemicznym tytanianem żelaza $FeTiO_3$. Nazwa jego pochodzi od Gór Ilmeńskich w południowym Uralu. Stanowi on minerał barwy żelaznoczarnej, o ciężarze właściwym 4,5 do 5 i twardości 5 do 6 według skali Mohsa. Krystalizuje w układzie trygonalnym występując często z izomorficzną domieszką Fe_2O_3, czasem $MgTiO_3$. Zewnętrznie podobny jest do hematytu; różni się od niego rysą czarną lub brunatną (hematyt ma rysę czerwoną).

Rutyl (łac.: rutilus — czerwonawy — TiO_2, jest minerałem barwy brunatnej lub czerwonej, występującym bardzo często w kryształach bliźniaczych.

Tytanit (synonim: sfen) — $CaTi(SiO_4)O$ ma mniejsze znaczenie od poprzednich dwóch minerałów. Występuje on jednak często w dużych masach, tak że może w przyszłości stanowić surowiec do produkcji tytanu i jego związków.

Występownie złóż tytanowych [6, 7, 8]

Z licznych i bogatych złóż tytanu występujących w różnych punktach kuli ziemskiej omówione będą tylko najważniejsze.

Eurazja. Największe zasoby tytanu znajdują się w Indiach, dalej w państwach skandynawskich, Związku Radzieckim, Portugalii, Mandżurii, Korei, Japonii i Indochinach. Z indyjskich pokładów najbardziej znane i eksploatowane są złoża z rejonu Travancore. Przed drugą wojną światową eksportowano stąd poważne ilości ilmenitu do USA na potrzeby amerykańskiego przemysłu farb tytanowych; wywóz w 1939 r. wyniósł 250 000 t.

Na występowanie ilmenitu, rutylu i nigrynu ($FeTiO_2$) w piaskach cyrkonowych Pomorza Zachodniego zwrócił uwagę J. Zwierzycki [9]. Analiza mineralogiczna jednej z próbek piasku wykazała we frakcji poniżej 0,2 mm 19,2% ilmenitu oraz 2,75% rutylu i nigrynu.

Tschermak [7] notuje za Zejsznerem (10), że „w Dunajcu przy Czerwonym Klasztorze pod Pieninami wypłukują ilmenit i do posypywania sprzedają".

Ameryka. W Stanach Zjednoczonych największe pokłady znajdują się wokręgu Adirondacks (stan Nowy Jork), gdzie występują złoża ilmenitu z zawartością 7,27% Ti. Zasoby magnetytowo-ilmenitowe Sanford Hill (62,8% magnetylu, 30% ilmenitu) oceniane są na około 100 milionów ton. W 1948 r. wydobyto tam 250 000 t ilmenitu i 500 000 t magnetytu. Duże znaczenie gospodarcze mają także pokłady w Lake County i Cook County (Minnesota), Cumberland (Rhode Island) i inne.

W Kanadzie, w okolicach dolnego biegu rzeki Św. Wawrzyńca znajdują się bogate złoża ilmenitu o podobnym charakterze, jak pokłady w okręgu Adirondacks.

Afryka. Duże zasoby rud tytanowych znajdują się w Transwalu i Tanganice. Tytanonośny magnetyt wraz z ilmenitem i rutylem występuje poza tym przy pokładach diamentowych Sierra Leone. Analiza piasków nadmorskich w Senegalu, Zatoce Gwinejskiej i w Egipcie wykazała dużą zawartość tytanu.

Australia. Wydobycie ilmenitu i rutylu wzrosło ostatnio znacznie. Koncentraty tytanowe produkuje się głównie z piasków nadmorskich zatoki Byron [11].

Światowe wydobycie ilmenitu bez ZSRR wyniosło w 1947 r. około 600 000 t, a rutylu 16 000 t [3].

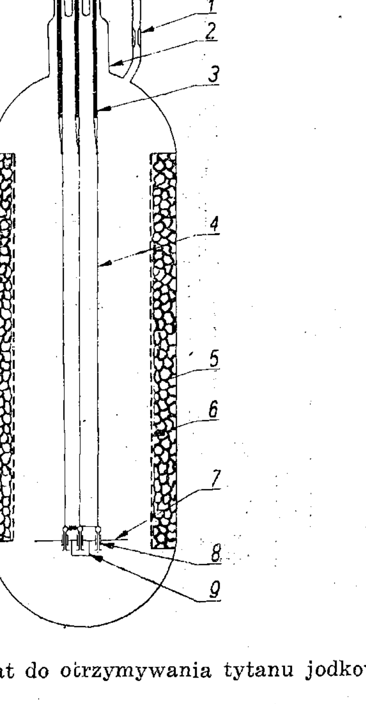
Metalurgia tytanu

Jak już wspomniano poprzednio, tytan o czystości 99,9% otrzymał pierwszy raz Hunter w 1910 r. Opierał się on przy tym na metodzie wprowadzonej już w 1887 r. przez Nilsona i Peterssona, a polegającej na redukcji czter. ochlorku tytanu metalicznym sodem w bombie stalowej. Stosowany przez niego $TiCl_4$ (otrzymany przez chlorowanie węglika tytanu) był bardzo starannie oczyszczony przez wstrząsanie z rtęcią i amalgamatem oraz przez następne przedestylowanie w atmosferze azotu. Sporządzony w ten sposób czterochlorek tytanu wprowadzono wraz z metalicznym sodem do bomby stalowej o pojemności 1 litra. Po ogrzaniu do temperatury czerwonego żaru następowała gwałtowna reakcja. W wyniku tej reakcji otrzymywano małe granulki czystego tytanu.

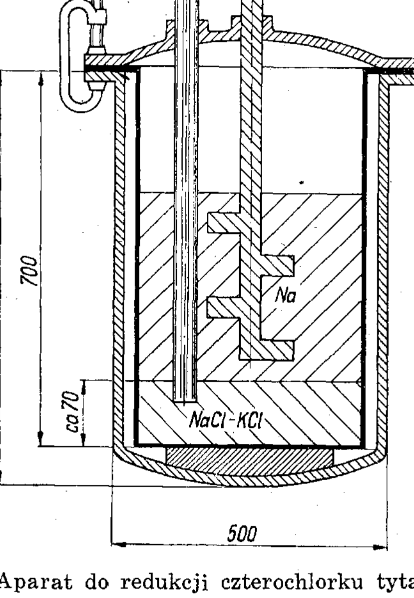
W czasie ubiegłej wojny jedna z firm niemieckich (Degussa) skonstruowała aparaturę (rys. 1), w której doprowadzany poprzez stopniową mieszaninę NaCl i KCl [12], czterochlorek tytanu reagował z metalicznym sodem przy temperaturze około 800° C. Produkcja tytanu o czystości 98% wynosiła 15 kg na wsad tj. około 500 kg rocznie.

Zakłady Heraeus-Vacuumschelze redukowały w komorze molibdenowej TiO_2 przy pomocy CaH_2 przy 600 do 700° C. Otrzymany wodorek tytanu ogrzewano w próżni przy 1100° C. Końcowy produkt zawierał 94 do 97% Ti.

W chwili obecnej stosowane są na skalę techniczną dwa sposoby produkcji czystego tytanu — metoda jodkwa i redukcja $TiCl_4$ magnezem (tzw. proces Krolla).



Rys. 2. Aparat do otrzymywania tytanu jodkowego



Rys. 1. Aparat do redukcji czterochlorku tytanu metalicznym sodem (Degussa)

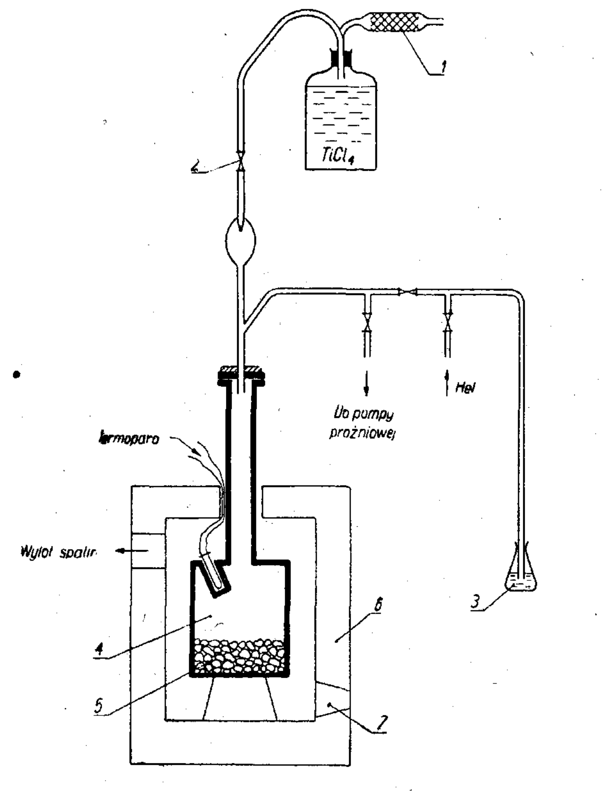
Metoda jadkowa, wprowadzona przez van Arkela [13] i zmodyfikowana przez Fasta [14] nadaje się przede wszystkim do rafinacji surowego, kruchego tytanu otrzymanego np. przez redukcję TiO_2 metalicznym wapniem. Zasadą jej jest termiczny rozkład jodku tytanu na rozżarzonym druciku wolframowym o temperaturze około 1400° C. Szczegóły urządzenia do otrzymywania tytanu jodkowego przedstawia rys. 2.

Przebieg procesu jest następujący [15]: Naczynie cylindryczne ze szkła ognioodpornego załadowuje się surowym tytanem (około 6 kg), którego równomierne rozłożenie umożliwia dziurkowana osłona molibdenowa. Następnie nakłada się i zatapia głowicę szklaną z 4 elektrodami wolframowymi, do których przymocowane są druciki żarowe o średnicy około 0,08 mm, napełnia się aparaturę oczyszczonym helem, ewakuuje do ciśnienia 10^{-4} mm Hg, a następnie wprowadza w postaci pary odpowiednią ilość jodu 100 — 300 g. Po zatopieniu zwężenia rurki doprowadzającej, oddzielone od zbiornika jodu i pompy dyfuzyjnej naczynie ogrzewa się przez kilka godzin w piecu oporowym do temperatury 175° C lub 535° C. Przy niższej temperaturze tworzy się czterojodek tytanu, przy wyższej dwujodek, mniej zanieczyszczony i dający przy rozkładzie tytan prawie zupełnie wolny od żelaza. Następnie rozżarza się prądem elektrycznym druciki wolframowe do temperatury 1300 — 1400°C. Temperaturę tę utrzymuje się przez stałe zwiększanie natężenia prądu w miarę osadzania się na drucikach nowych partii metalicznego tytanu. Natężenie to dochodzi przy końcowej grubości pręcika tytanowego około 8,5 mm do 250 A.

Przedstawiony sposób otrzymywania tytanu jest bardzo kłopotliwy, wydajność procesu niewielka (kilkaset gramów jednorazowo), a ewentualne powiększenie skali produkcji związane z olbrzymimi trudnościami. Toteż wobec wysokiej ceny tytanu jodkowego, wynoszącej około 420 dol/kg [17], używa się go jedynie do prac naukowo-badawczych, gdzie wymagana jest najwyższa czystość metalu (na przykład przy badaniach nad stopami tytanu).

Drugi, stosowany obecnie sposób produkcji czystego tytanu oparty na pracach Krolla [16], polega na redukcji czterochlorku tytanu przy pomocy metalicznego magnezu. Amerykańskie Bureau of Mines, po przeprowadzeniu rozległych badań nad otrzymywaniem tytanu różnymi metodami, wybrało ten właśnie sposób, jako najbardziej nadający się do produkcji na większą skalę [19].

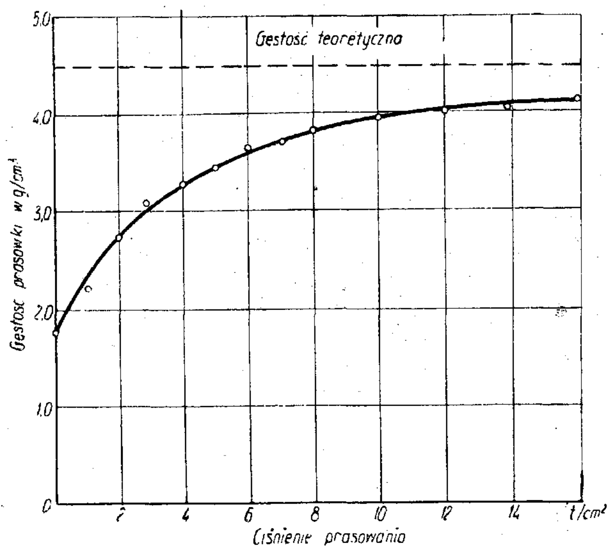
Rys. 3 przedstawia zasadę urządzenia używanego do otrzymywania tytanu w laboratorium Bureau of Mines w Boulder City. Przebieg procesu redukcji jest następujący: Do stalowej komory reakcyjnej o średnicy około 30 cm i wysokości około 35 cm wprowadza się około



Rys. 3. Urządzenie do redukcji czterochlorku tytanu metalicznym magnezem (Bureau of Mines)

9 kg metalicznego magnezu i przy temperaturze 150° C ewakuuje aparaturę do ciśnienia 0,005 mm Hg. Zabieg ten ma na celu usunięcie zaadsorbowanych gazów z powierzchni zewnętrznych ścian komory i wprowadzonego magnezu. Następnie komorę ogrzewa się i napełnia technicznym helem, aż ciśnienie wzrośnie ponad 1 at przy temperaturze 750° C. Obecnie wprowadza się do komory ciekły czterochlorek tytanu. Temperatura wzrasta do 900° C, utrzymuje się ją przez pół godziny, z początku dzięki ciepłu reakcji, później przez ogrzewanie od zewnątrz.

Po ostygnięciu masy reakcyjnej usuwa się ją z komory i traktuje 10 procentowym zimnym kwasem solnym. Otrzymany w ten sposób proszek tytanu (około 7 kg) prasuje się pod ciśnieniem 1,6 t/cm² i spieka w



Rys. 4. Wykres prasowania proszku tytanu

próżni przy temperaturze 1000° C przez szesnaście godzin.

Prasowalność proszku tytanu jest zupełnie dobra, jak to widać z rys. 4, przedstawiającego zależność gęstości prasówki od ciśnienia prasowania. W celu otrzymania kształtek użytkowych gotowe spieki poddaje się przeróbce plastycznej i obróbce mechanicznej.

W zakładach firmy Du Pont nie stosuje się ługowania masy poreakcyjnej kwasem solnym, lecz usuwa się z niej $MgCl_2$ i resztki metalicznego magnezu przez oddestylowanie przy 1000° C i ciśnieniu rzędu 0,01 mm Hg. Otrzymana gąbka tytanowa ma nieco mniej domieszek niż proszek ługowany, ustępuje jednak pod względem czystości tytanowi jodkowemu.

Tablica I przedstawia wyniki analizy chemicznej tytanu sporządzonego trzema wyżej omówionymi metodami. Należy przy tym zaznaczyć, że nie znamy dotychczas zadowalającej metody oznaczania zawartości tlenu w tytanie. Jednym kryterium dla jej oceny są własności fizyczne metalu.

Tablica I

Czystość tytanu różnego pochodzenia [20]

Pierwiastek	Skład chemiczny tytanu w %		
	jodkowego	gąbki	proszku ługowanego
Tytan	99,9 +	99,5 +	99,1 +
Żelazo	0,01 – 0,05	0,05 – 0,25	0,06 – 0,09
Magnez	0,005	0,01 – 0,05	0,35 – 0,50
Chlor związany	–	0,05 – 0,10	0,12 – 0,14
Wodór	–	0,006	0,09 – 0,20
Azot	0,002 – 0,009	0,01 – 0,03	0,006 – 0,03
Tlen	?	?	?
Molibden	0,05 – 0,10	–	–
Glin	0,05 – 0,10	–	–
Wapń	0,01 – 0,05	–	–
Krzem	0,05 – 0,05	–	0,005 – 0,01
Węgiel	0,02 – 0,03	0,01 – 0,05	0,01 – 0,04

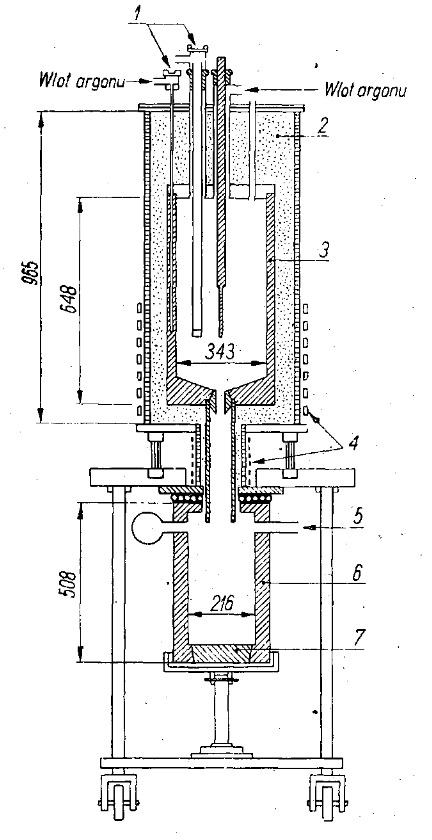
Topienie tytanu

Pierwsze próby ominięcia metody metalurgii proszków i bezpośrednie topienie uzyskanego przez redukcję magnezem proszku tytanu względnie gąbki zawiodły z powodu braku odpowiednich materiałów ogniotrwałych nie reagujących z tytanem przy jego temperaturze topnienia (około 1730° C).

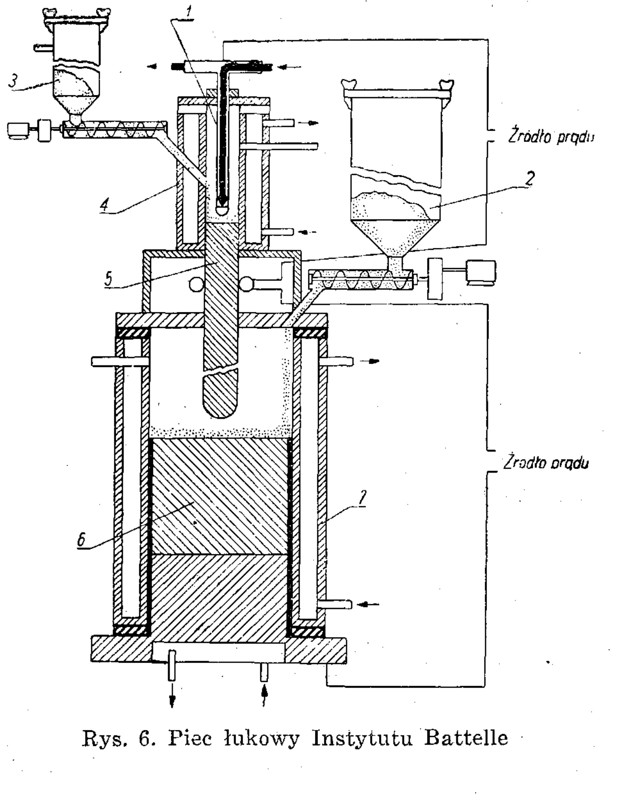
Stosunkowo najlepsze wyniki uzyskano przy użyciu tygli grafitowych [20 i 21]. Rys. 5 przedstawia piec indukcyjny do topienia tytanu skonstruowany w firmie Du Pont. Moc pieca wynosi około 100 kW, częstotliwość 10 000 okresów/sek, napięcie 440 V. Proces topienia przeprowadza się w atmosferze argonu, jednorazowy wytop wynosi 45 kg tytanu. Stopiony metal zawiera poza zanieczyszczeniami surowca (gąbka względnie proszek) dodatkowo 0,5 — 1,0% węgla i 0,02% azotu. Węgiel powoduje zwiększenie wytrzymałości wyrobów (blachy, pręty) przy jednoczesnym lekkim spadku plastyczności.

Problem doboru materiału ogniotrwałego został rozwiązany, a ściślej ominięty w konstrukcji pieca łukowego Instytutu Battelle [12]. Topienie proszku tytanowego odbywa się w chłodzonym wodą cylindrze miedzianym, przy czym łuk elektryczny powstaje między elektrodą wolframową względnie tytanową i masą stopionego metalu (rys. 6). Atmosferę ochronną stanowi dokładnie oczyszczony argon.

Obecnie wysiłki konstruktorów zmierzają w kierunku opracowania aparatury do produkcji przemysłowej tytanu z $TiCl_4$ i Mg w sposób ciągły. Według metody Madexa i Eastwooda [22] proces rozpada się na dwie części:



Rys. 5. Piec indukcyjny do topienia tytanu (Du Pont)



Rys. 6. Piec łukowy Instytutu Battelle

1. reakcja ciekłego magnezu z parą czterochlorku tytanu, w wyniku której powstaje masa o składzie objętościowym około 11% tytanu i około 89% $MgCl_2$,
2. stapianie tej masy w piecu łukowym, przy czym $MgCl_2$ wraz z resztkami nieprzereagowanego magnezu uchodzi w postaci pary.

Przeróbka plastyczna

J. R. Long [23] zastosował do przeróbki proszku tytanu tzw. walcowanie rurowe. Sposób ten zaproponowany po raz pierwszy przez Wassermana [24 i 25] polega na gorącym walcowaniu proszków metali w osłonach rurowych. W przypadku tytanu stosuje się rury stalowe, temperatura procesu wynosi 800 — 900° C. Po przewalcowaniu rurę oddziela się łatwo od tytanowego rdzenia, poddawanego następnie przeróbce plastycznej na zimno.

Badania struktury tytanu walcowanego rurowo wykazały, że jest on bardziej jednolity i mniej porowaty od produktu otrzymanego na drodze metalurgii proszków.

Własności fizyczne tytanu

Tablica II ujmuje najważniejsze własności fizyczne tytanu. Wszystkie dane odnoszą się do najczystszego produktu, otrzymanego sposobem jodkowym.

Zachodząca przy 880° C przemiana allotropowa $\alpha \rightarrow \beta$, połączona z niewielkim wzrostem objętości, wskazuje na możliwość stosowania obróbki cieplnej podobnie jak w stalach. Rys. 7 przedstawia mikrofotografię handlowego czystego tytanu [26]. Struktura przypomina perlityczną strukturę wyżarzonej stali eutektoidalnej. Po ogrzaniu do 1100° C i zahartowaniu w oleju otrzymuje się strukturę podobną do martenzytycznej (rys. 8).



Rys. 7. Mikrostruktura czystego tytanu handlowego *



Rys. 8. Mikrostruktura tytanu hartowanego w oleju przy 1100° C *

* Źródło nie podaje powiększenia mikrofotografii.

Tablica II

Najważniejsze własności fizyczne tytanu [13 i 15]

Własność	Jednostka	Temperatura °C	Wartość	Źródło
Liczba atomowa			22	Międz. Unia Chem. 1935
Ciężar atomowy			47,90	Międz. Unia Chem. 1935
Ciężar właściwy	g/cm²	20	4,507	Fast, Z. anorg. u. allgem. Chem. 241, 1939, 42
Parametry siatki krystalicznej	Ångstrom	pokojowa	odm. α (heksagonalna) $a = 2{,}953$ $c = 4{,}729$	Hägg. Z. phys. Chem. 11, 1930, 423
		ponad 880	odm. β (przestrzennie centryczna) $a = 3{,}32$	Burgers i Jacobs. Z. Krist. 94, 1936, 399
Temperatura topnienia	°C		1725 ± 10	de Boer, wg van Arkel: Reine Metalle, Berlin 1939
Temperatura wrzenia	°C		ponad 3000	Handbook of Chemistry and Physics
Opór elektryczny	cm · cm	20	$42 \cdot 10^{-6}$	Fast. Z. anorg. u. allgem. Chem. 241. 1939, 42
Współczynnik zmiany oporu z temperaturą	$°C^{-1}$	nie podano	$5{,}46 \cdot 10^{-6}$	Fast, Z. anorg. u. allgem. Chem. 241, 1939, 42
Średnie ciepło właściwe	cal/g	0 — 219 0 — 266 0 — 320 0 — 500	0,1291 0,1316 0,1334 0,1386	Jaeger, Rosenbohm i Fonteyne, Proc. Acad. Sci Amst. 39, 1936, 442, 453, 462
Średni współczynnik wydłużenia cieplnego	$°C^{-1}$	200 — 300	$3{,}2 \cdot 10^{-6}$	Fast. Z. anorg. u. allgem. Chemie 241, 1939, 42

Własności mechaniczne

Nawet nieznaczne zanieczyszczenia wpłynąć mogą poważnie na właściwości tytanu. Odnosi się to przede wszystkim do własności mechanicznych, które rozpatrywać należy w ścisłej zależności od metody otrzymania tytanu (tablica III)

Różnice w zachowaniu się tytanu jodkowego i redukowanego magnezem są wywołane przede wszystkim przez różne zawartości azotu i tlenu.

Rysunki 9 i 10 przedstawiają wpływ zawartości azotu, tlenu i wodoru na twardość, wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie tytanu. Jak widać, nieznaczne nawet zawartości tych pierwiastków powodują ogromną zmianę własności mechanicznych metalu. Trzeba przy tym zaznaczyć, że podczas gdy zawarty w tytanie wodór (w postaci wodorku TiH_2) można stosunkowo łatwo usunąć przez wyżarzanie w próżni, nie znamy dotychczas bezpośredniego sposobu pozbycia się azotu i tlenu.

Wpływ przeróbki plastycznej na własności wytrzymałościowe tytanu redukowanego wodorem przedstawiony jest na rys. 11. Podczas gdy tytan jodkowy walcuje się bez pękania do ubytku 99 %, dla tytanu redukowanego magnezem granica ta leży przy 60 — 70 %. Oba materiały osiągają przy tym jednakową twardość graniczną 250 — 275 H_B.

Rys. 12 przedstawia wpływ temperatury na własności mechaniczne tytanu redukowanego magnezem, zaś rys. 13 porównanie wyników prób rozciągania na gorąco tytanu i stali nierdzewnej 18—8 [27].

Wyniki dalszych badań wytrzymałościowych wskazują na dobrą plastyczność tytanu przy niskich temperaturach. Wydłużenie przekutych sztabek tytanowych między — 60° C i + 425° C wynosiło 15 i 25%.

W tablicy IV zestawione są wyniki badań F. B. Fullera nad zachowaniem się tytanu przy + 25° C i — 196° C.

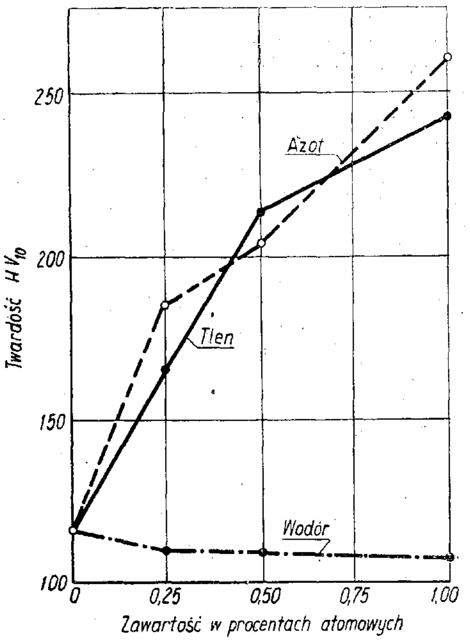
Duże zainteresowanie wzbudzają prowadzone od niedawna intentywne badania nad stopami na osnowie tytanu. Jak było do przewidzenia, stopy tytanu wykazują niekiedy znacznie korzystniejsze własności niż czysty metal.

Tablica III

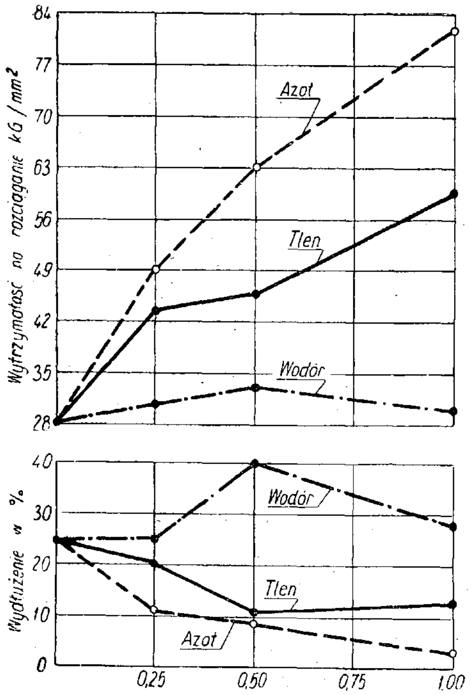
Własności wytrzymałościowe tytanu różnego pochodzenia [27]

Sposob otrzymania	Metoda jodkowa		Topienie w łuku (Ti jodkowy)	Metoda Krolla (Bureau of Mines)	
Stan	żarzony 1/2 h w próżni przy 750° C	walcowany na zimno	po przeróbce, żarzony	żarzony	walcowany na zimno zgniot 40 – 50%
Wytrzymałość na rozciąganie kG/mm²	23	75	32	56	88
Granica plastyczności (0,2%) kG/mm²	12	63	18	46	81
Wydłużenie %	55a)	2,5a)	40b)	15a)	8b)
Przewężenie %	6	30	75	–	–
Twardość	–	–	100 H_V	210 H_B	–
Moduł sprężystości x 10⁴ kG/mm²	–	–	–	1,18	1,08

a) Mierzone na długości 2 cali ($l = 4d$)
a) Mierzone na długości 1 cala ($l = 2d$)



Rys. 9. Wpływ zawartości azotu, tlenu i wodoru na twardość tytanu jodkowego

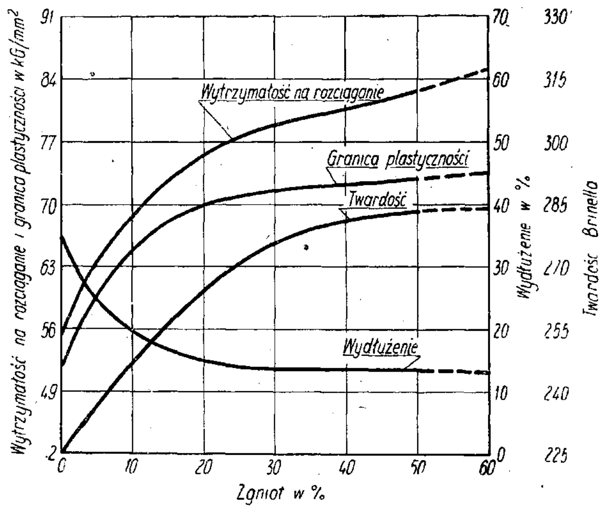


Rys. 10. Wpływ zawartości azotu, tlenu i wodoru na wytrzymałość na rozciąganie oraz wydłużenie tytanu jodkowego

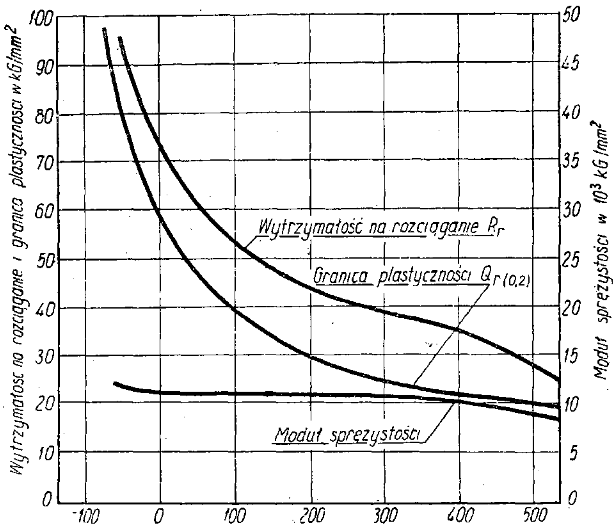
W tablicy V podano wyniki badań wytrzymałościowych niektórych stopów tytanu ogłoszone przez Larsena i współpracowników [29] według zestawienia L. Schmidta [27].

Duże nadzieje rokują zwłaszcza stopy z zawartością do 5% Al, około 5% Mn oraz do 1% Be, B lub Si.

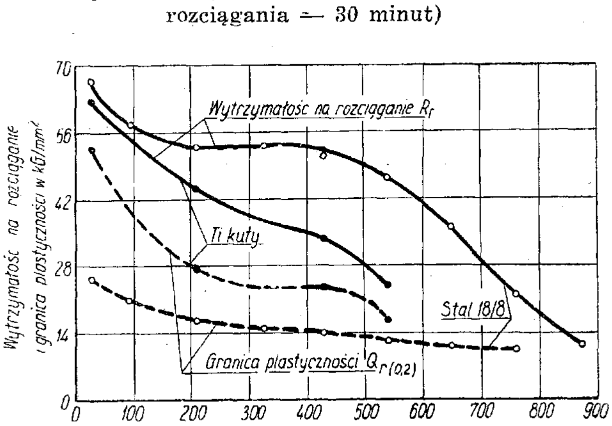
Rys. 14 przedstawia wpływ różnych dodatków stopowych na wytrzymałość i wydłużenie tytanu. Stopy sporządzono metodą metalurgii proszków, walcowano przy 900° C i chłodzono w piecu. Należy zwrócić uwagę na ciekawy fakt, że dla stopów tytanowo-chromowych występuje wyraźnie maksimum wytrzymałości przy zawartości 10% Cr. Przy zawartości 20% Cr wytrzymałość jest mniejsza niż czystego tytanu. Niedawno opublikowano nowe, obszerne dane dotyczące trójskładnikowych i czteroskładnikowych stopów tytanu [30].



Rys. 11. Własności wytrzymałościowe tytanu o czystości handlowej walcowanego na zimno



Rys. 12. Wpływ temperatury na własności wytrzymałościowe tytanu o czystości handlowej. (Pręty kute, czas rozciągania — 30 minut)



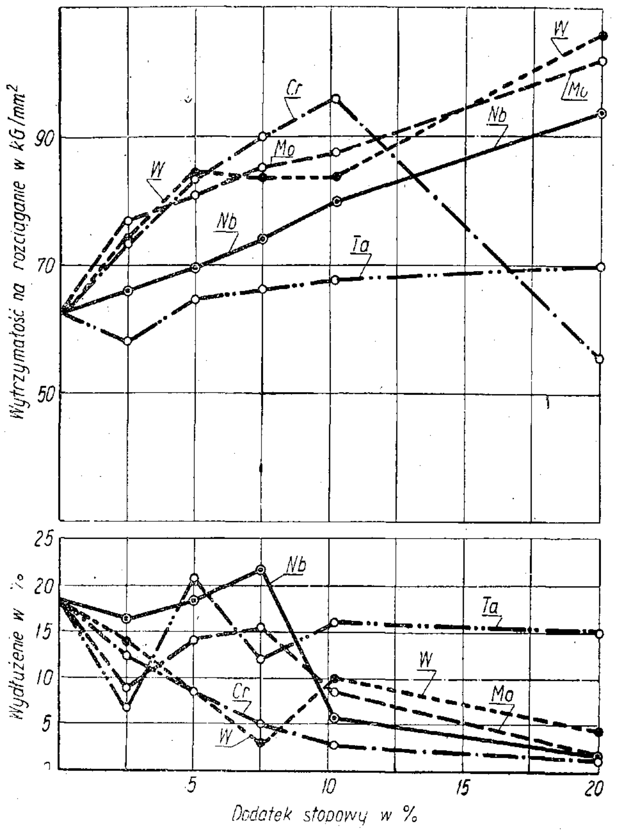
Rys. 13. Porównawcze wyniki prób rozciągania na gorąco tytanu i stali 18/8

Tablica IV

Twardość, wytrzymałość na rozciąganie i udarność prętów tytanowych przy + 25 i — 196° C.

Rodzaj próby	Temperatura próby °C +25	Temperatura próby °C −196
Twardość przekroju a) H_V	209	300
Twardość na próbce udarnościowej b) H_V	255	418
Udarność (praca złamania) na próbce z karbem b) kgm	2,0c)	0,9c)
Badania na rozciąganie d)		
a. próbki niekarbowane		
— granica plastyczności 0,2% kG/mm²	51	124
wytrzymałość na rozciąganie kG/mm²	63	131
naprężenie rozciągające w chwili zerwania e) kG/mm²	94	155
wydłużenie d) %	27,5	13,8
przewężenie %	24	15
moduł sprężystości kG/mm²	11 700	13 300
b. próbki karbowane f)		
wytrzymałość na rozciąganie kG/mm²	82	150
naprężenie rozciągające w chwili zerwania e) kG/mm²	88	157
wydłużenie %	5,5	0,3
przewężenie g) %	13	5

a) Próbki z pręta Ø 12,7 mm; b) Próbki z pręta Ø 16 mm c) Średnia z trzech prób; d) Średnica próbki 6,35 mm, długość pomiarowa 1 cal ($l = 4d$); e) W odniesieniu do przekroju przełomu; f) Karb 60°, głębokość 0,63 mm, promień karbu 0,25 mm; g) U podstawy karbu.



Rys. 14. Wpływ dodatków stopowych na własności wytrzymałościowe stopów tytanu

Odporność na korozję

Jeszcze do niedawna odporność tytanu na korodujące działanie różnych czynników nie była dokładnie znana. Stąd pewna tendencja do przeceniania możliwości stosowania tego metalu, jako uniwersalnego tworzywa przeciwkorozyjnego. W chwili obecnej jednak rozporządzamy już dość obszernym materiałem, charakteryzującym zachowanie się tytanu w wielu środowiskach korodujących. Z ogłoszonych danych [31] wynika, że w wielu przypadkach odporność na korozję tytanu jest istotnie dość dobra, cecha ta jednak stanowi raczej uzupełnienie innych ważnych właściwości tego metalu, jak niski ciężar właściwy i wysoka wytrzymałość mechaniczna. Znamy bowiem tworzywa znacznie tańsze niż tytan i wykazujące podobne własności przeciwkorozyjne np. stal kwasoodporna.

W niektórych jednak środowiskach, jak np. w wodzie morskiej, odporność tytanu na korozję jest wprost wyjątkowa.

W tablicy VI zestawione są wyniki badań nad korozją tytanu w różnych czynnikach chemicznych, przy czym użyto następujących oznaczeń:

Strata w mm/rok	Stopień odporności na korozję	Oznaczenie
< 0,13	wysoki	*A*
0,13 - 1,3	średni	*B*
> 1,3	mały	*C*

Porównanie tytanu i stali kwasoodpornej typu 18/8 pod względem odporności na korozję wykazuje znaczne podobieństwo w ich zachowaniu się pod działaniem różnych odczynników [32]. Oba materiały nie są zbyt odporne na działanie kwasu siarkowego w stężeniach powyżej 5 %, natomiast bardziej rozcieńczone roztwory H_2SO_4 nie powodują korozji tylko przy temperaturze pokojowej.

Roztwory wodne kwasu fluorowodorowego rozpuszczają łatwo zarówno tytan, jak i stal kwasoodporną, słabsze działanie wywiera bezwodny HF. Również w środowisku kwasu azotowego oba materiały wykazują uderzające podobieństwo: dobrą odporność przy wszystkich stężeniach i temperaturze pokojowej, nieco gorszą przy temperaturze wrzenia.

Natomiast w przeciwieństwie do stali kwasoodpornej, która w kwasie solnym rozpuszcza się niezależnie od jego stężenia, tytan wykazuje odporność w rozcieńczonych roztworach do 5 % HCl. Dalszą różnicą jest niewrażliwość tytanu na działanie wody królewskiej przy temperaturze pokojowej.

Jedną z ważnych właściwości tytanu jest jego całkowita odporność na działanie chlorków. I tak na przykład wrzące roztwory $FeCl_3$ czy $CuCl_2$ nie wywierają nań żadnego niszczącego wpływu, podczas gdy stal kwasoodporna ulega w nich bardzo szybkiej korozji, nawet przy temperaturze pokojowej.

Odporność tytanu na działanie wody morskiej postawić można na równi z odpornością stopu niklowomolibdenowego Hastelloy C, a nawet platyny [32]. Tytan okazał się odporny zarówno na korozję, jak i na działanie erozyjne fal morskich.

Zwraca również uwagę wysoka odporność tytanu na wilgotny chlor gazowy, wodę chlorową i roztwory podchlorynów. Reaguje on natomiast bardzo łatwo z suchym chlorem (0,005 % H_2O) nawet przy temperaturze 30° C.

Zastosowanie tytanu

Rola tytanu w metalurgii stali i metali nieżelaznych jest na ogół znana [34, 35 i 36]. Od niedawna natomiast

Tablica V

Własności wytrzymałościowe niektórych stopów tytanu

Dodatek stopowy %	Przeróbka plastyczna		Twardość		Wytrzymałość na rozciąganie kg/mm²		Wydłużenie %	
	zmniejszenie przekroju %	rodzaj a)	stan surowy	po żarzeniu	stan surowy	po żarzeniu	stan surowy	po żarzeniu
0,37 Be	70	z	64	59	81	65,5	3,2 j)	25 j)
	71	z	66	61	87	60,5	3 j)	12,5 j)
1,07 Be	77	g	61		67,5		4,5 k)	
	77	g b)	69		106		3 j)	
	77	g c)	57		58		3 j)	
	77	g d)	61		71,5		6,25 j)	
	77	g e)	53		48		6,25 j)	
0,33 Al	77	g	65	62	75	64,5	6,25 k)	12,5 k)
2,64 Al	77	g f)	66	62	83	76,5	6,25 k)	7,8 k)
0,33 Al	77	g i)	65	—	112	—	3	—
2,64 Al	77	g f)	67	—	109	—	3	—
0,98 In	73	z	67	60,5	93	70,5	0	7,8 k)
	76	z	63	63	77,5	75	4,7 j)	12,5 k)
1,28 C	77	g g)	63	—	96,5	80,5	4,6 k)	8,3 k)
1,18 C	77	g h)	—	—	73,5	68	12,5 k)	19 k)
1,06 Si	80	z	71	64	113	80	1,5 k)	4,3 k)
4,06 V	82	z	68	—	107,5	—	0	—
10,21 Mo	77	g	66	62	—	77,5	—	—
	77	g	68	66	—	95	—	3,9 k)
3,53 Mn	70,7	z	70	68	—	103	—	3 j)
5,62 Mn	77	g	69	—	115	—	4,5 k)	—
4,30 Mn	77	g i)	69	66	—	97	—	9,4 k)
6,02 Mn	77	g i)	69	68	—	71	—	0
7,22 Mn	77	g i)	69	69	—	115,5	—	0
13,00 Mn	77	g i)	72	64	—	99	—	6 k)

a) z — walcowano na zimno, g — walcowano na gorąco,b) hartowano w wodzie przy 1000° C, c) chłodzono powoli od 1000° C, d) hartowano w wodzie przy 850° C,e) chłodzono powoli od 850° C, f) przeciągano na zimno ze zniotem 65%, g) przeciągano na zimno ze zgniotem19%, h) przeciągano na gorąco ze zgniotem 88%, i) po walcowaniu żarzono, j) długość pomiarowa 1 cal ($l = 2d$), k) długość pomiarowa 2 cale ($l = 4d$).

datują się próby stosowania czystego tytanu jako tworzywa w lotnictwie, przy budowie okrętów i w innych gałęziach techniki.

Przemysł lotniczy [37]

Z uwagi na bardzo wysoki stosunek wytrzymałości do ciężaru właściwego przy normalnej temperaturze, istnieje możliwość zastąpienia tytanem stopów aluminiowych i magnezowych oraz stali. Poza tym wprowadzenie tego nowego, odpornego na korozję i erozję tworzywa, pozwoli rozwiązać niezmiernie ważne dla lotnictwa odrzutowego zagadnienie utrzymania gładkiej powierzchni zewnętrznej samolotu. Stosowane dotychczas dla ochrony przed korozją metali lekkich powłoki organiczne ulegały przy bardzo wielkich szybkościach zniszczeniu w ciągu niewielu godzin, a nawet minut, a powstająca przy tym szorstka powierzchnia ograniczała ze względów aerodynamicznych szybkość samolotu.

Poza tym części konstrukcyjne nowoczesnego samolotu narażone są na działanie podwyższonej temperatury (tarcie aerodynamiczne, urządzenia odladzające, bliskość gorących silników odrzutowych). Tymczasem wytrzymałość stopów lekkich spada poważnie już przy temperaturach 300 — 400° C, zaś użycie stali ograniczone jest jej wysokim ciężarem właściwym. W tych warunkach tytan i stopy na jego osnowie mogą okazać się wprost idealnym tworzywem.

Opracowane niedawno żaroodporne stopy tytanu [38] znaleźć mogą zastosowanie przy produkcji łopatek do turbin gazowych i innych części narażonych na wysoką temperaturę.

Inne zastosowania

Znakomita odporność tytanu na działanie wody morskiej umożliwia stosowanie go przy budowie kotłów okrętowych oraz różnych części zanurzonych pod wodą.

Z uwagi na niski ciężar właściwy rozpatruje się możliwość użycia tytanu do wyrobu broni ręcznej i lotniczej.

Wprowadzenie tytanu do budowy aparatury odpornej na działanie rozcieńczonego kwasu solnego i chlorków przyczynić się może do rozwiązania dotychczasowych trudności w niektórych gałęziach przemysłu chemicznego.

Perspektywy rozwoju metalurgii tytanu

Najpoważniejszą przeszkodą uniemożliwiającą szerokie zastosowanie tytanu są wysokie dotychczas koszty jego otrzymywania. W 1950 r. wyprodukowano w USA 60 ton gąbki tytanowej i około 40 t wyrobów walcowanych w cenie 30 000 dol. za tonę [16]. Przypuszcza się jednak, że cena ta ulegnie zasadniczej obniżce przy wzroście produkcji, która z końcem 1951 r. ma osiągnąć już 3000 t rocznie. W niedługim czasie tytan może stać się poważnym konkurentem innych metali użytkowych, to też cały świat techniczny śledzi postęp w tym kierunku z niesłabnącym zainteresowaniem.

Tablica VI

Odporność tytanu na działanie niektórych odczynników chemicznych

Czynnik korodujący	Stężenie %	Temperatura °C	Stopień oporności
Amoniak (roztwór wodny)	28	pokojowa	A
Bezwodnik octowy	99	"	A
Chlorek miedziowy	40	wrzenia	A
Chlorek sodu (nasycony roztwór wodny)	—	wrzenia	A
Chlorek wapnia	28	"	A
Chlorek żelazowy	10	"	A
Chlor gazowy (nasycony wodą)	—	75	A
Chlor gazowy suchy (0,005% H_2O)	—	30	C
Czterochlorek węgla z zawartością 1% H_2O	—	wrzenia	A
Kwas azotowy	65	"	B
	98	pokojowa	A
Kwas chlorooctowy	30	80	A
Kwas fluorowodorowy	1	pokojowa	C
Kwas fluorowodorowy (bezwodny)	100	pokojowa	B
Kwas fosforowy	10	80	C
	85	pokojowa	B
Kwas mlekowy	85	wrzenia	A
Kwas mrówkowy	50	"	C
Kwas octowy, lodowaty	99	"	A
Kwas siarkowy	1	pokojowa	A
	1	wrzenia	C
	3	70	C
	5	pokojowa	B
	5	wrzenia	C
	10	pokojowa	B
	10	70	C
	40 – 104*		
Kwas solny	1	70	A
	1	wrzenia	C
	2	80	A
	3	70	B
	3	wrzenia	C
	5	pokojowa	A
	5	70	B
	5	wrzenia	C
	10	pokojowa	B
	10	70	C
	20	pokojowa	B
	37	pokojowa	C
Kwas stearynowy	100	180	A
Kwas siarkowy, Kwas azotowy } mieszanka	52, 48	pokojowa	A
Kwas azotowy, Kwas siarkowy, Woda } mieszanka	14, 83, 3	pokojowa	A
Nadtlenek wodoru	—	pokojowa	C
Podchloryn sodu (5,6% Cl_2)	—	pokojowa	A
Siarczek sodu	10	wrzenia	A
Siarka (zawieszona w H_2O)	—	pokojowa	A
Trójchloroetylen (niestabilizowany z zawartością 1% H_2O)	—	wrzenia	A
Trójchloroetylen (stabilizowany z zawartością 1% H_2O)	—	wrzenia	A
Woda chlorowa	—	80	A
Woda siarkowodorowa	—	pokojowa	A
Woda	—	pokojowa	A
Wodorotlenek sodu	10	wrzenia	A
	40	80	B

* Kwas siarkowy dymiący z zawartością wolnego SO_3.

Literatura

1. *W. Gregor*, Crell Ann. 40, 1791, 103.
2. *De Menty i H. C. Dake*, Rare Metals, Nowy Jork 1946.
3. *J. Barksdale*, Titanium, Nowy Jork 1949.
4. *M. A. Hunter*, J. Am. Chem. Soc. 32, 1910, 330.
5. *Clarkę i Washington*, Proc. Wat. Acad. Sci 8, 1922, 108.
6. *N. H. Magnusson*, Teknisk Tidskrift 41, 1950, 1021.
7. *I. G. Tschermak, F. Becke*, Podręcznik mineralogii II wyd., Warszawa 1931.
8. *A. G. Bietiechtin*, Mineralogia, Moskwa 1950.
9. *J. Zwierzycki*, Hutnik 14, 1947, 150.
10. *L. Zejszner*, Początki mineralogii według układu Gustawa Rose, Warszawa 1861.
11. *A. I. Wilner*, Mineralnyje resursy Awstralii, Moskwa 1949.
12. *G. Auger*, Teknisk Tidskrift 41, 1950, 1025.
13. *Van A. E. Arkel*, Metallwirschaft 13, 1934, 405.
14. *J. D. Fast*, Z. anorg. allgem. Chem. 241, 1939, 42.
15. *I. E. Campbell i inni*, Trans. Electrochem. Soc. 93, 1948, 271.
16. *B. W. Gonser*, Metal Progress 55, 1949, 193.

17. *S. A. Minton Jr.*, Metals Review 24, 1951 nr 3, str. 9.
18. *W. Kroll*, Trans. Electrochem. Soc. 78, 1940, 35.
19. *R. S. Dean i inni*, Trans. AIME. 166, 1946, 369.
20. *E. A. Gee, van W. H. Derhoef i C. H. Winter Jr*, J. Electrochem. Soc. 97, 1950, 49.
21. *I. B. Sulton, Mc T. D. Kinley*, Metal Progress 55, 1949, 195.
22. *P. J. Maddex, L. W. Eastwood*, J. Metals 188, 1950, 634.
23. *L. Long*, Metal Progress 55, 1949, 191.
24. *G. Wassermann*, Z. Metallkunde 2,5, 1947, 129.
25. *W. J. Kroll*, J. Electrochem. Soc. 97, 1950, 462.
26. *W. T. Tiffin, P. C. Hoffman*, Materials and Methods 33, 1951.
27. *L. Schmidt*, Stahl u. Eisen 70, 1950, 111.
28. *R. I. Jaffee, I. E. Campbell*, Iron Age 164, 1949, nr 4, str. 48.
29. *Larsen i inni*, Metal Progress 55, 1949, 359.
30. *C. M. Craighead, O. W. Simmons, L. W. Eastwood*, J. Metals 188, 1950, 54, 539.
31. Materials und Methods 32, 1950, nr 2.
32. *E. C. Feeter*, Chem. Eng. 57, 1950, nr 5, str. 263.
33. *C. I. Bradford, J. P. Catlin, E. L. Wemple*, Metal Progress 55, 1949, 348.
34. *R. Skórski*, Hutnik 17, 1950, 226.
35. *S. S. Niekrytyj*, Stal 6, 1946, 108.
36. Light Metals, 14, 1951 nr 154, str. 46.
37. *N. E. Promisel*, Metal Progress 55, 1949, 186.
38. *P. H. Brace, W. J. Hurford*, Metal Progress 55, 1949, 362.

B. Razumowski

PRZERÓBKA PLASTYCZNA

Nowoczesna walcownia mosiądzu[1]

Jedne z najstarszych zakładów metali kolorowych, Scovill Mtg, Co. w Waterbury (Connecticut) zainstalowały nowoczesną walcownię mosiądzu, opartą na odlewaniu ciągłym i najbardziej nowoczesnych urządzeniach walcowniczych oraz transportowych.

Metal topi się w piecach indukcyjnych Ajax Scomet o mocy 1000 kW i pojemności 5000 kg z których odlewa się płyty o ciężarze 1000 kg w urządzeniu ciągłym typu Junghans-Rossi. Płyty te o grubości 50 mm walcuje się wstępnie na potężnej walcarce duo na zimno i po żarzeniu międzyoperacyjnym na dwóch walcarkach kwarto stosując odpowiednie żarzenia. Żarzenia odbywają się w piecach przelotowych opalanych propanem i zaopatrzonych w komory natryskowe. Natryskowe trawienie materiału w postaci taśm o szerokości 750 mm przeprowadza się w 10% kwasie siarkowym z dodatkiem 3% kwasu chromowego w 2 maszynach z szybkością 200 m/min.

W końcowej fazie produkcji taśmy są cięte na wymiar na jednej z trzech maszyn, zależnie od grubości i kontrolowane na wygląd zewnętrzny powierzchni obustronnie z szybkością 15 do 80 m/min.

Transport zakładu oparty jest w dużym stopniu na specjalnych urządzeniach próżniowych zaopatrzonych w dzwony gumowe ssące, służące do chwytania i podnoszenia wyrobów.

[1] J. J. Hoben, J. F. Mülvey, J. Inst. Met. 77, 1950, str. 357.

E. Zalesiński

Złom aluminiowy jako surowiec do produkcji lekkich stopów[1]

W pierwszych latach rozwoju przemysłu aluminiowego kiedy nie znano jeszcze stopów lekkich złom aluminiowy był czystym metalem bez zanieczyszczeń; złom ten był przetapiany przez użytkowników bez żadnych zastrzeżeń. Pierwsze odlewy ze stopów aluminium przypadają dopiero na początek XX wieku. Jednakże i wtedy zagadnienie złomu aluminiowego nie było problemem, ponieważ zaledwie kilka odlewów stopów lekkich produkując jeden lub dwa gatunki stopów, zużywały swe odpady i braki u siebie na miejscu, wypuszczając je po przetopieniu jako nowe odlewy.

Podczas pierwszej wojny światowej spożycie i ilość gatunków lekkich stopów gwałtownie wzrasta. W Stanach Zjednoczonych przetop złomu pokrywa 19 % zapotrzebowania. Natomiast próby przetapiania złomu w Anglii nie dały zadowalających wyników. Stopy miały zawsze nieoczekiwany skład chemiczny, wahający się w szerokich granicach a własności mechaniczne były niskie. Tym niemniej stopy te jako znacznie tańsze miały swoje znaczenie w odlewniach, zwłaszcza do wyrobu części mniej ważnych. Złom aluminiowy był bardzo niechętnie widziany przez angielskich producentów aluminium hutniczego, nie tylko jako konkurent dla metalu nowego, lecz przede wszystkim jako czynnik, który obniżał opinię o stopach aluminiowych.

Około 1930 r. rozpoczyna się przetapianie złomu aluminiowego na wielką skalę. Problemem złomu oraz metodami jego wykorzystania i przetapiania zajmują się jednak nie odlewnicy, ale przede wszystkim firmy handlowe i zbiornice złomu. Zjawisko to występuje zarówno w Anglii jak w Niemczech i w USA.

W latach 1930 — 1940 następuje dalszy silny rozwój przemysłu aluminiowego. Wzrasta ilość aluminium hutniczego i ilość złomu. W 1939 r. przetop złomu w Anglii pokrywa połowę jej zapotrzebowania i w oparciu o naukowe podstawy dostarcza stopów o stałym składzie i stałych własnościach mechanicznych. Dzięki niskim kosztom surowca ceny odlewów z tych stopów były o 50 do 20 % niższe od cen odlewów wykonanych z aluminium hutniczego i dodatków stopowych.

Pomimo znacznie niższej ceny odlewów z przetopu złomu oraz pomimo ich wysokiej jakości, producenci stopów z metalu nowego i dodatków stopowych mieli nad przetwórcami złomu ogromną przewagę dzięki obowiązującym normom, warunkom technicznym i specyfikacjom na wyrobu przemysłu aluminiowego. Wszystkie oficjalne normy brytyjskie wymagały, aby stopy były wykonywane z aluminium hutniczego, a nie z przetopu złomu, nie zwracając uwagi na fakt, że ogromny postęp techniczny w dziedzinie rafinacji złomu spowodował zrównanie jakości obu rodzajów stopów aluminiowych.

Z tego to powodu rafinerie złomu opracowały i spowodowały wydanie norm własnych dla stopów otrzymanych z przetopu złomu. Rafinerie rozpoczęły również produkcję stopów ujętych normami British Standards i udowodniły, że stopy z przetopienia złomu, przy tym samym składzie chemicznym co stopy pierwotne pod żadnym względem nie są od nich gorsze.

[1] F. H. Smith, Light Metals 1951, str. 319.

W okresie II wojny światowej wskutek konieczności dozbrojenia i gwałtownego wzrostu zapotrzebowania na stopy aluminium, lotnictwo zostało zmuszone do zezwolenia na częściowe używanie złomu do wyrobu stopów. W ten sposób zdyskryminowany dotychczas złom stał się cennym źródłem surowcowym do produkcji samolotów i innych środków komunikacji. Skutkiem tego w Anglii nastąpił gwałtowny rozwój rafinerii złomu, których produkcja w 1944 r. osiąga swój szczytowy punkt 95 000 ton stopów z przetopienia złomu.

Doświadczenie II wojny światowej wykazało, że stopy aluminium wykonane ze złomu są wysoko wartościowym tworzywem konstrukcyjnym, które niczym nie ustępują stopom wytopionym z aluminium hutniczego. Zwyciężyła zasada, że własności stopu nie zależą od pochodzenia surowców, z których stop został wykonany, lecz od składu chemicznego stopu i od sposobu jego wytwarzania.

Po zakończeniu wojny przeprowadzono w Anglii rewizję norm lotniczych na wszystkie lekkie stopy oraz opracowano szereg nowych norm (B.S. 1470 — 76,1490) zarówno na stopy lane jak i przerabiane plastycznie. *Z norm tych usunięto wszystkie dotychczasowe ograniczenia zakazujące używania złomu do wyrobu stopów.*

Obecnie w Anglii o wartości stopu decyduje tylko jego skład chemiczny. Stop może być robiony z dowolnej mieszaniny złomu i metalu nowego. Podział na stopy pierwotne i na stopy z przetopienia złomu przestał istnieć. Pod tym względem aluminium i jego stopy stały się podobne do stali, przy których obojętne jest w jakiej ilości do wytopu została użyta surówka a w jakiej złom. O jakości stali od szeregu lat decyduje jedynie jej skład chemiczny i sposób wytapiania.

M. Orman

METALOZNAWSTWO

Stopy aluminiowe o wysokiej wytrzymałości typu Al-Zn-Mg

Celem zaznajomienia polskiego czytelnika podajemy wyniki badań przeprowadzonych w ostatnich latach za granicą nad plastycznymi stopami aluminiowymi wysokiej wytrzymałości typu Al-Mg-Zn, które mogą znaleźć również zastosowanie w naszym przemyśle krajowym[1].

Bezmiedziowe stopy Al-Mg-Zn podzielić można na dwie grupy:

1. stopy zawierające od 2 — 3 % Mg i 5 — 7,5 % Zn,
2. stopy zawierające od 1,8 — 2,2 % Mg i 9,5 — — 11,5 % Zn.

Dla porównania w tablicy I przedstawiono skład chemiczny niektórych wypróbowanych stopów typu Al-Mg-Zn-Cu, wprowadzonych za granicą do przemysłu już dawniej.

Stopy bezmiedziowe należące do obydwu grup, opracowane głównie przez Royal Aircraft Esteblishement (RAE) [1] w Farnborough, posiadają po odpowiedniej obróbce cieplnej następujące własności mechaniczne:

1. granica plastyczności Q_r = 37,8 – 56,6 kG/mm^2,
   wytrzymałość na rozciąganie R_r = 47,2 – 63,0 kG/mm^2,
   wydłużenie a_4 = 15 – 10%,
   twardość Brinella H = 145 – 195 kG/mm^2,
2. granica plastyczności Q_r = 55 – 59,8 kG/mm^2,
   wytrzymałość na rozciąganie R_r = 59,8 – 66,1 kG/mm^2,
   wydłużenie a_4 = 7 – 4%,
   twardość Brinnela H = 185 – 205 kG/mm^2,

Na uwagę zasługują również wzmianki [2] dotyczące plastycznych stopów glinu wysokiej wytrzymałości (jak np. stopu Alcoa 75 S), stosowanych głównie do budowy samolotów w Stanach Zjednoczonych przy końcu ostatniej wojny. Wyniki badań [3] przeprowadzonych za granicą nad stopami Al-Zn-Mg podane są poniżej w streszczeniu.

Tablica I

Skład chemiczny stopów Al-Mg-Zn-Cu stosowanych w różnych państwach

Państwo	Oznaczenie	Skład chemiczny w procentach					
		Zn	Mg	Cu	Mn	Cr	V
Wielka Brytania	D T D 363 A	4,0 – 8,0	do 4,0	do 3,0	do 1,0	do 1,0	–
USA	x 75 S	5,1 – 6,1	2,1 – 2,9	1,2 – 2,0	0,1 – 0,3	0,15 – 0,40	–
	x 76 S	0,0 – 8,0	1,4 – 3,0	0,5 – 2,0	0,4 – 0,8	do 0,25	–
Japonia	E S D	7,0 – 9,0	1,2 – 1,8	0,8 – 1,7	0,3 – 1,0	0,1 – 0,4	–
Niemcy	Flw. 3415	4,3 – 4,8	2,6 – 3,0	0,2 – 0,6	0,2 – 0,8	0,1 – 0,2	0,02 – 0,06
	Flw. 3425	4,3 – 4,8	3,3 – 3,8	0,2 – 0,6	0,1 – 0,5	0,1 – 0,2	0,02 – 0,06

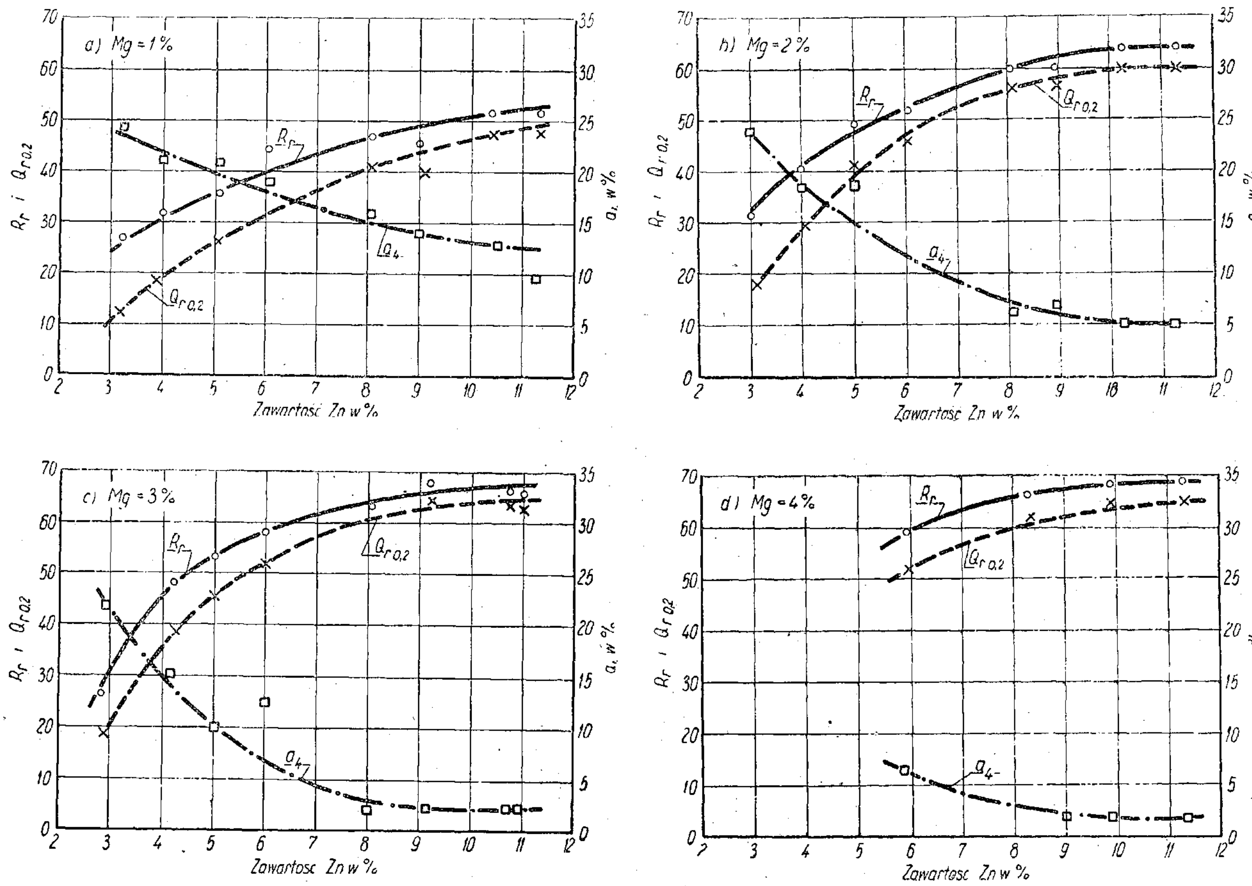
1. Wpływ składu chemicznego na wytrzymałość i twardość stopów

Badania przeprowadzono na stopach glinu zawierających od 3 do 12 % Zn, 1 do 5 % Mg i 1,0 % Mn; jako zanieczyszczenia stwierdzono: 0,09 — 0,16 % Si, do 0,42 % Fe i 0,04 do 0,06 % Ti.

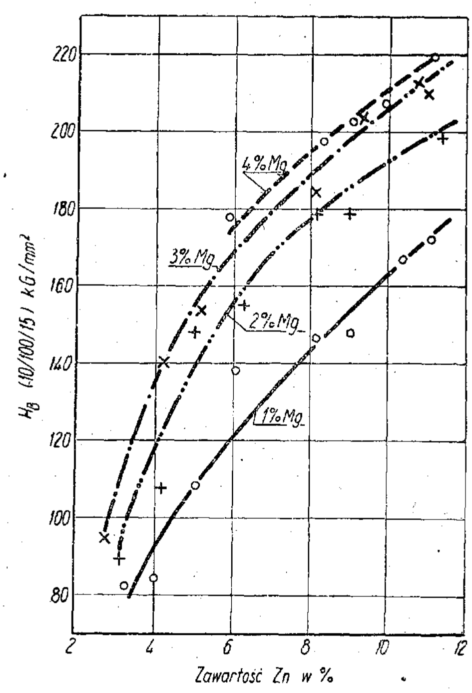
Z wlewków o ciężarze 960 g odkuto czworokątne pręty o przekroju 22,2 × 22,2 mm. Stopy zawierające powyżej 9,0 % Zn i 12 % (Zn + Mg) ujednorodniano przy 460° C, pozostałe przy 4695° C, a następnie ochłodzono w wodzie mieżącej. Pręty ulepszano przy 120° C w ciągu 18 godzin i poddano próbom wytrzymałościowym. Na rys. 1a, 1b, 1c i 1d przedstawiona jest zależność wytrzymałości na rozciąganie, umownej granicy plastyczności ($Q_{r\ 0,2}$) i wydłużenia, od procentowej zawartości cynku przy stałej zawartości magnezu w próbkach ulepszonych cieplnie po odkuciu.

Ze wzrastającą zawartością cynku zarówno wytrzymałość na rozciąganie jak i granica plastyczności dążą do określonego maksimum; równocześnie obniża się wydłużenie. Ze wzrastającą zawartością cynku (dla tych samych ilości magnezu) wzrasta również twardość (rys. 2) próbek. Zależność między składem chemicznym a wytrzymałością na rozciąganie przedstawiona jest na rys. 3; krzywe odnoszą się do próbek jednakowej wytrzymałości. Zawartość składników (Zn i Mg) w stopach podana jest w procentach atomowych, przy czym

[1] Dawniejsze prace z tej dziedziny zostały omówione w obszernym artykule. C. Niewiadomskiego, Hutnik nr 13, 1946, str. 486 — 508.



Rys. 1 (a do d). Wytrzymałości i wydłużenie ulepszonych cieplnie stopów Al-Zn-Mg o różnej zawartości cynku i **magnezu**

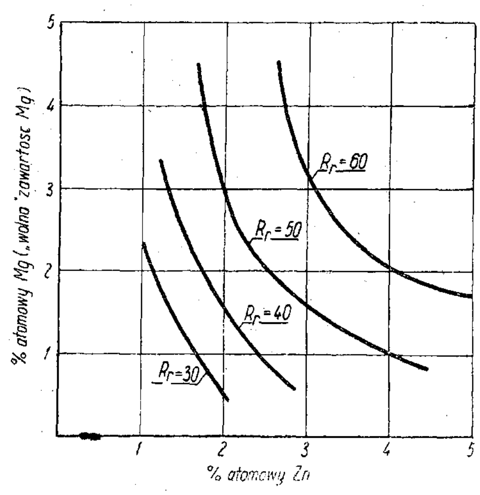


Rys. 2. Twardość ulepszonych cieplnie stopów Al-Zn-Mg o różnej zawartości cynku i magnezu

dla magnezu odnosi się to do tak zwanej wolnej zawartości Mg w stopie (bez uwzględnienia ilości Mg potrzebnej do utworzenia międzymetalicznego związku Mg_2Si).

Systematyczne badania wytrzymałościowe taśm o grubości około 0,9 mm wywalcowanych ze stopów zawierających 5,7 do 7,4 % Zn, 2,0 do 3,4 % Mg i 1,0 do 2,0 Mn, ujednorodnionych przy 495 do 535° C, chłodzonych następnie wodą i ulepszanych w czasie 16 godzin przy 110 do 130° C wykazały, że ze wzrostem temperatury ujednorodniania nie uzyskuje się polepszenia własności mechanicznych. Natomiast przy wyższych temperaturach ulepszania wzrasta nieco wytrzymałość przy równoczesnym obniżeniu się wydłużenia.

Również wzrost zawartości manganu w stopie powoduje wzrost wytrzymałości i twardości przy obserwowanym spadku wydłużenia. Większe zawartości krzemu obniżają wytrzymałość taśm, a to dlatego, że część magnezu łączy się z krzemem dając Mg_2Si i obniża tym samym efekt ulepszania.



Rys. 3. Krzywe jednakowej wytrzymałości na rozerwanie kutych i cieplnie obrobionych stopów Al-Zn-Mg

2. Wpływ Mg_2Si na ulepszanie stopów

Badania [3] przeprowadzone na kutych próbkach o zwiększonych zawartościach krzemu wykazały nieznaczny wzrost wytrzymałości przy wybitnym spadku wydłużenia. Tak na przykład stop kuty zawierający 7 % Zn, 3 % Mg, 1 % Mn i 0,2 % Si ulepszony przy 120° C w ciągu 16 godzin posiadał:

$Q_{r\ 0,1} = 55,2$ kG/mm², $R_r = 63,0$ kG/mm² i $a_4 = 7$ %.

Dla tego samego stopu po wzbogaceniu go dodatkiem 1 % Si + 1,75 % Mg i ulepszeniu przy 120° C i 16 godzinach uzyskano:

$Q_{r\ 0,1} = 58,1$ kG/mm², $R_r = 63,9$ kG/mm² i $a_4 = 1,5$ %.

Wyniki ulepszania przy podwyższonych temperaturach stopów Al-Zn-Mg bogatszych w krzem zawierających np.: 7% Zn, 3 % Mg, 1% Mn + (1% Si + 1,75 Mg) różnią się niewiele od stopów bezkrzemowych. Po osiągnięciu temperatur, przy których uzyskujemy maksymalne efekty ulepszania (130 do 140° C i 16 godzin), następuje gwałtowny spadek wytrzymałości przy odpowiednim wzroście wydłużenia.

3. Wpływ dodatków chromu i wanadu na wytrzymałość stopów

Przez dodatek Cr i V (tablica II) obniża się znacznie skłonność do korozji naprężeniowej stopów Al-Zn-Mg. Poza tym Mott i Thompson [1] wykazali, że Cr w porównaniu z V i Ti powoduje dużo większe umocnienie (przy zmniejszonym wydłużeniu) w plastycznie przerobionych półfabrykatach starzonych naturalnie, podczas gdy w stanie ulepszonym cieplnie nie obserwuje się widocznego wpływu dodatku stopowego (tablica III).

Własności mechaniczne pręta wyciskanego ze stopu Zn-Mg-Al z dodatkiem chromu podane są przykładowo w tablicy IV. Jak widać z tablicy, w porównaniu do technicznych stopów Al-Cu-Mg, zakres temperatur (około 140° C) przy których uzyskujemy maksymalne efekty ulepszenia stopów Zn-Mg-Al (z dodatkiem Cr i Ti) jest znacznie mniejszy, co wskazuje również na to, że i wytrzymałość na gorąco tych stopów będzie niższa od stopów typu duraluminu.

Tablica II

Wpływ chromu, wanadu i tytanu na własności wytrzymałościowe stopów Al-Zn-Mg. Skład badanych stopów

Stop	Skład chemiczny w procentach							
	Zn	Mg	Fe	Si	Cr	V	Ti	Al
I	7,3	3,05	0,17	0,09	0,55	–	–	reszta
II	6,9	2,89	0,22	0,11	–	0,51	–	reszta
III	6,8	3,16	0,73	0,15	–	–	0,46	reszta

Tablica III

Wpływ chromu, wanadu i tytanu na własności wytrzymałościowe stopów Al-Zn-Mg. Próby statystycznego rozciągania (pręty kute, ujednorodniane 2 godz. przy 495° C chłodzone w wodzie)

Stop	Własności wytrzymałościowe		Starzone natulnalnie 23 dni przy około 20° C	Ulepszane cieplnie przy 120° C/16 godzin
I(Cr)	$Q_{r\ 0,2}$	kG/mm²	39,8	51,7
	R_r	kG/mm²	49,4	57,4
	a_4	%	9,0	5,8
II(V)	$Q_{r\ 0,2}$	kG/mm²	29,6	53,3
	R_r	kG/mm²	43,9	57,4
	a_4	%	23,0	5,8
III(Ti)	$Q_{r\ 0,2}$	kG/mm²	28,8	53,0
	R_r	kG/mm²	44,7	57,3
	a_4	%	19,0	4,8

Tablica IV

Badania wytrzymałościowe prasowanego pręta o średnicy 25,4 mm. Skład chemiczny: 6,98 do 7,36 % Zn, 3,51 do 3,59 % Mg, 1,24 % Mn, 0,56 do 0,59 % Cr, 0,04% Ti, 0,29 % Fe, 0,19 % Si reszta Al. Ujednorodnienie 495° C przez 1¼ godziny, chłodzenie w wodzie

Obróbka cieplna	$Q_{r\ 0,1}$ kG/mm²	R_r kG/mm²	a_2 %	Twardość Vickersa kG/mm²
Starzone naturalnie w ciągu 6 dni przy temperaturze pokojowej	40,6	51,9	9,0	–
120° C/11 h	51,9	65,3	2,0	–
130° C/10 h	58,4	65,1	3,0	206
140° C/10 h	58,5	61,8	3,0	210
150° C/10 h	56,9	60,4	3,5	209
160° C/10 h	54,3	55,7	6,0	193
180° C/10 h	42,3	47,5	8,5	163
200° C/10 h	33,4	41,7	8,5	143

Wpływ kucia i wyciskania na własności mechaniczne stopów Zn-Mg-Al (z dodatkiem Cr i Ti) ulepszonych cieplnie i starzonych naturalnie w tych samych warunkach, zestawiony jest w tablicy V.

Efekt wyciskania jest wyraźnie widoczny. Również większa szybkość wyciskania powoduje nieznaczny wzrost wytrzymałości, obserwowany na próbach starzonych naturalnie. Natomiast wartości wydłużenia prób kutych (zarówno starzonych naturalnie jak i ulepszonych cieplnie) są większe od odpowiednich wartości wszystkich prób wyciskania i obrobionych w tych samych warunkach co kute.

W tablicy VII podane są własności mechaniczne blach wykonanych ze stopów Al-Mg-Zn z dodatkami Cr i Mn, starzonych naturalnie i cieplnie ulepszonych. Wyniki badań wykazały bardzo niskie wydłużenia w próbkach starzonych naturalnie. Należy nadmienić, że stopy z dodatkiem manganu i chromu przerabiane plastycznie na gorąco są skłonne do pękania. Próby polepszenia kujności przez zastosowanie sodu w ilości od 0,02 do 0,15 % nie dały wyników; również zastępując część cynku przez kadm (0,5 do 2,0 %) nie uzyskano polepszenia kujności.

Ponieważ w dalszym ciągu badań stwierdzono, że pogorszenie obrabialności plastycznej na gorąco tych stopów przypisać należy obecności kruchych składników strukturalnych powstałych z dodatków Cr-Mn, ograniczono sumę dodatków Cr + Mn w stopach do maksimum 1,0 %.

4. Kucie i odlewanie

Próby kucia w matrycach stopu o zawartości 7,0 % Zn, 3,0 % Mg, 1,0 % Mn i 0,5 % Cr przeprowadzono przy 430° C. Wyniki były zupełnie zadowalające.

Własności mechaniczne odkutych i ulepszonych cieplnie stopów były następujące:

$Q_{r\ 0,2} = 37,2$ kG/mm², $R_r = 39,9$ kG/mm², $a_4 = 4$ %

Próby kucia wymienionego stopu przy zmiennych temperaturach między 380 a 430° C wykazały, że ze wzrostem temperatury kucia uzyskuje się niższą wytrzymałość próbek przy tym samym wydłużeniu. Do celów odlewniczych stopy Al-Zn-Mg nie nadają się. Prze-

Tablica V

Wpływ przeróbki plastycznej (kucia i wyciskania) na wytrzymałość i wydłużenie. Skład chemiczny prętów: 6,91 % Zn, 3,0 % Mg 0,84 % Mn, 0, 36 % Fe, 0,15 % Si, 0,03 % Ti, 0,32 % Cr.
Wyżarzanie ujednorodniające 495° C/1 godz. chłodzenie wodą

Obróbka cieplna	Pręty ⌀ 19,1 mm			Pręty wyciskane ⌀ 12,7 mm (przy temperaturze 430 do 450° C)					
				Szybkość prasowania					
				50 – 200 mm/min			800 – 900 mm/min		
	$R_{plr\ 0,1}$	R_r kG/mm²	a_4 %	$R_{plr\ 0,1}$ kG/mm²	R_r kG/mm²	a_4 %	$R_{plr\ 0,1}$ kG/mm²	R_r kG/mm²	a_4 %
Starzenie*, 16 h	28,0	42,5	11	37,2	47,3	7,0	39,9	50,6	8,0
120° C	49,0	54,2	3	58,4	62,2	2,5	60,5	63,0	2,0
130° C	51,2	55,1	3	65,1	68,0	63,0	60,5	62,8	2,0
140° C	53,6	57,6	3	63,1	64,8	4,0	60,5	63,8	2,0
150° C	50,7	54,8	3	59,3	63,1	7,0	55,2	57,7	3,0

* Starzenie naturalne w ciągu 12 do 15 dni przy temperaturze pokojowej.

Tablica VI

Skład chemiczny taśm walcowanych ze stopów Al-Zn-Mg

Oznaczenie stopu	Zn %	Mg %	Mn %	Cr %	Al* %
J	7,20	3,44	0,36	0,23	reszta
K	7,64	3,52	0,80	0,20	reszta
E	7,66	3,57	1,00	0,12	reszta

* Zanieczyszczenia: 0,30 % Fe; 0,15 % Si; 0,06 % Ti i do 0,2 % Cu.

prowadzone badania wykazały, że odlewy wykonane z tych stopów posiadają bardzo niską wytrzymałość i wydłużenie.

5. Wyniki badań wytrzymałości na zmęczenie

Wyniki badań wytrzymałości na zmęczenie sześciu kutych, wyciskanych i ulepszonych cieplnie stopów Al-Zn-Mg zestawione są w tablicy VIII. Bezchromowe stopy *E* i *H* wykazały najwyższą wytrzymałość na zmęczenie; obecność chromu powoduje obniżenie zarówno wytrzymałości na zmęczenie jak też stosunku wytrzymałości na zmęczenie do wytrzymałości na rozciąganie.

Tablica VII

Własności wytrzymałościowe taśm grubości 1,6 mm walcowanych ze stopów Al-Zn-Mg, po ujednorodnianiu 1 godz. przy 495° C (chłodzone w wodzie)

Obróbka cieplna	Stop J			Stop K			Stop L		
	$Q_{r\ 0,1}$ kG/mm²	R_r kG/mm²	a_4 %	$Q_{r\ 0,1}$ kG/mm²	R_r kG/mm²	a_4 %	$Q_{r\ 0,1}$ kG/mm²	R_r kG/mm²	a_4 %
Starzone naturalnie przy temperaturze pokojowej	29,6	42,5	6,0*	34,0 35,3	52,4 51,9	8,0** 6,0***	32,8 37,0	47,8 55,1	7**** 7*****
Ulepszone przy podwyższonych temperaturach w ciągu 16 godz.									
120° C	51,3	56,3	1,0	53,8	60,4	3,0	53,5	60,6	3,0
130° C	–	–	–	56,6	62,3	3,0	54,9	60,6	3,5
140° C	–	–	–	56,2	61,7	4,0	55,2	66,9	3,0
150° C	46,8	50,8	–	52,5	57,8	5,0	51,4	56,4	4,0

* 58 dni; ** 69 dni; *** 195 dni; **** 56 dni; ***** 164 dni.

Tablica VIII

Wytrzymałość na zmęczenie (R±) kilku ulepszonych cieplnie stopów Al-Zn-Mg. Obróbka cieplna: ujednorodniono przy 495 ° C (chłodzenie wodą) ulepszono 120 ° C 16 godz.

Próby		Skład chemiczny w % *				r kG/mm²	R ± w kG/mm² przy ilości zmian		Stosunek R_r i R ±
Znak	stan	Zn	Mg	Mn	Cr		20.10⁶	50.10⁶	
E	wyciskany	7,0	3,01	1,0	—	59,8	± 22,5	—	0,376
H	kuty	10,95	2,01	1,04	—	66,1	± 25,0	± 24,2	0,378
J	kuty	7,30	2,88	0,37	0,23	64,5	± 20,15	± 19,35	0,312
K	kuty	7,45	2,93	0,84	0,22	63,0	± 16,2	± 15,9	0,258
L	kuty	7,75	3,01	0,93	0,17	61,6	± 14,5	± 13,7	0,235
E44	wyciskany	6,91	3,00	0,84	0,32	62,1	± 11,0	± 11,0	0,177

* Zanieczyszczenia: 0,17 do 0,34% Fe, 0,11 do 0,15% Si.

Tablica IX

Wyniki badań korozji naprężeniowej blach grubości 0,9 mm walcowanych ze stopów Al — Zn — Mg

Oznaczenie	Skład chemiczny w %				Obróbka cieplna		Naprężenie kG/mm²		R_r kG/mm²
	Zn	Mg	Mn	pozostałe składniki	temperatura ujednorodnienia	temperatura (C) czas (godz) ulepszania	złamanie po 80 dniach	złamanie w czasie nieograniczonym	
R R56 *	–	–	–	–	530	170/20	31,8	28,4 (7)	43,2
21 S **	–	–	–	–	510	temp. pokoj.	37,8	22,7 (7)	43,3
					510	170/18	19,2	9,45	43,9
R R77	5,22	2,53	–	1,87 Cu	460	temp pokoj.	16,7	14,5	47,7
				0,53 Ni	460	135/15	32,2	23,0	54,2
Stop Stone'a	7,16	2,18	0,73	–	500	temp. pokoj.	28,2	23,0	46,6
					505	130/16	16,6	16,6	55,1
					495	120/16	14,4	23,6	54,2
					495	110/16	20,5	20,5	–
E	6,89	3,17	1,04	–	495	130/16	23,9	23,6	60,6
					495	120/16	23,2	22,1	–
E 1	7,70	3,4	0,77	–	470	120/16	23,8	23,6	54,8
E 14	7,0	3,30	1,00	0,2 Si	495	120/16	22,4	22,0	51,6
E 26	6,65	3,43	1,59	0,66 Si	495	120/16	21,9	21,2	51,6
E 12	6,80	2,70	0,83	0,5 Cr	495	120/16	42,8	39,4 (7)	56,0
K 4	7,45	2,93	1,84	0,22 Cr	495	120/16	24,4	22,0	60,7
N 2	10,1	2,05	1,00	–	495	120/16	19,7	18,6	60,8
H 6	10,95	2,01	1,00	–	495	120/16	21,3	18,1	63,0
M 4	11,05	2,64	0,76	0,43	495	120/16	22,1	18,9	61,3
E 14 ***	6,30	3,27	1,06	–	495	120/16	42,5	30,7	66,4
E 44 ***	6,90	3,00	0,84	0,36 Cr	495	120/16	29,1	23,6	63,1

* 2,10% Cu; 1,39% Ni; 1,38% Fe; 0,81% Mg; 0,44% Si; 0,12% Ti
** 3,45% Cu; 0,86% Si; 0,79% Mn; 0,68% Fe; 0,30% Mg
*** Próby prasowane

Z badań wynika również, że ze wzrostem zawartości chromu obniża się wytrzymałość stopów na zmęczenie. Obserwowany spadek wytrzymałości na zmęczenie spowodowany jest prawdopodobnie obecnością twardych i kruchych związków międzymetalicznych, obecnych w strukturze stopów z zawartością Al, Cr, Fe i Mn.

6. Korozja naprężeniowa [3]

Niezależnie od badań nad własnościami mechanicznymi stopów Al-Zn-Mg przeprowadzono obserwacje nad korozją naprężeniową tych stopów; uwzględniono przy tym wpływ składu, obróbki cieplnej oraz rodzaju półproduktu na odporność wymienionych stopów na korozję naprężeniową.

Doświadczenia przeprowadzono na słabo polerowanych próbkach wyciętych z blachy o grubości 0,9 mm, poddanych działaniu naturalnej wody morskiej. Wyniki badań zestawione są w tablicy IX. Podobne badania przeprowadzono również na prętach wyciskanych.

Stwierdzono, że żaden z badanych stopów nie jest całkowicie odporny na korozję naprężeniową — nawet zbliżony do duraluminu stop 21S (tablica IX). Stop ten wykazuje większą skłonność do korozji naprężeniowej po ulepszeniu cieplnym, aniżeli po naturalnym zestarzeniu; natomiast stop R R77 zachowuje się wręcz przeciwnie — jego odporność na korozję naprężeniową jest znacznie lepsza po ulepszeniu cieplnym. Ogólnie obserwuje się wzrost skłonności stopów Al-Zn-Mg do korozji naprężeniowej w miarę wzrostu zawartości w nich cynku.

Wpływ chromu nie występuje wyraźnie; na przykład w blasze E12 (tablica IX) obserwuje się wyraźną poprawę odporności na korozję natomiast wyciskany pręt E44 jest mniej odporny aniżeli pręt E14.

Wpływ obróbki cieplnej jest widoczny na przykładzie stopu zawierającego 7,16 % Zn, 2,18 % Mg i 0,73 % Mn (stop Stone, od nazwiska wytwórcy). W tym przypadku próbki starzone naturalnie okazały się bardziej odporne na korozję naprężeniową, podczas gdy ze wzrastającą temperaturą ulepszania (między 110 a 130° C) obserwuje się wyraźny spadek odporności na korozję.

Rozpatrując własności stopów Al-Zn-Mg na podstawie badań angielskich należy stwierdzić, że odporność na korozję stopów o zawartości około 7,0% Zn, 3,0% Mg i 1% Mn, nawet przy małych dodatkach Cr jest za mała. Osiągane wysokie własności mechaniczne półproduktów wykonanych z tych stopów w zastosowaniu na przykład do konstrukcji lotniczych, nie kompensują ich niskiej odporności na korozję.

Optymalne własności wytrzymałościowe i odporność na korozję tych stopów uzyskuje się przy temperaturze ulepszania wynoszącej od 125 do 130° C.

Należy nadmienić, że stosując platerowanie stopów Al-Zn-Mg czystym aluminium i odpowiednią obróbkę cieplną, uzyskać można półprodukty (przede wszystkim blachy) zarówno o wysokiej wytrzymałości jak i o znacznej odporności na korozję.

Literatura

1. *B. W. Mott i J. Thompson.* Metal Treatment 1947/48, vol. 14, str. 227 — 38, 1948, vol. 15, str. 33 — 46, 1948, vol. 15, str. 91 — 105.
2. *E. H. Dix.* Trans. Amer. Coc. Metals, 1950, vol. 42, str. 1057 — 1127.
3. *W. Bungardt.* Metal Band 5, 1951, str. 239.

M. Schneider i E. Zalesiński

Z WYDAWNICTW

The Hot Working of Non-Ferrous Metals and Alloys. A Symposium on Metallurgical Aspects of the subject held in London on 30 March 1950. The Institute of Metals. Londyn 1951. Str. 208.

Książka obejmuje przeróbkę na gorąco aluminium i jego stopów, magnezu i jego stopów, miedzi i jej stopów, brązów cynowych, ołowiu i stopów bogatych w ołów, walcowanie na gorąco cynku i stopów bogatych w cynk oraz dyskusję nad przedstawionymi pracami.

Artykuł o walcowaniu aluminium i jego stopów na gorąco F. Kasza i P. C. Varleya opisuje obecną praktykę walcowania wraz z praktyką wstępnego ogrzewania wlewków. Podany jest również wpływ zmiany warunków walcowania na gorąco na własności końcowego produktu walcowanego na zimno.

Drugi z kolei artykuł, C. Smitha, zajmuje się wytłumaczeniem stopów aluminiowych na gorąco, przy czym podane są używane dziś metody sporządzania matryc i opisany sposób płynięcia materiału podczas wytłaczania. Omówione są szczególne warunki zachodzące przy wytłaczaniu stopów aluminiowych i wpływ ich na strukturę tudzież własności otrzymanego produktu. Poruszane są także zagadnienia związane z produkcją stopów obrabianych cieplnie.

Artykuł E. E. Stokfelda rozpatruje zasady kucia aluminium i stopów bogatych w aluminium, podkreślając różnice zachodzące przy kuciu aluminium i stali. Lotnictwo żąda pewnych minimów własności wytrzymałościowych przy dużych odlewach, niezależnie od położenia próbki. Problem ten omawiany jest łącznie z wpływem różnych czynników, jak np. jakości stopów, wymiarów matrycy, metody kucia, temperatury stosowanej podczas kucia, obróbki cieplnej i innych.

R. G. Wilkinson i F. A. Fox omawiają rozwój przeróbki magnezu w Anglii i w Stanach Zjednoczonych tudzież dzisiejszą praktykę przeróbki na gorąco. Po rozważaniach krystalograficznych podany jest spis stopów przemysłowych wraz z własnościami, a uwzględnieniem stopów zawierających cyrkon i cynk, odznaczających się doskonałą plastycznością na gorąco i wysokimi własnościami mechanicznymi.

Artykuł M. Cooka i E. Davisa omawia przeróbkę miedzi i stopów miedzi na gorąco. Oprócz różnych gatunków miedzi uwzględniono w nim w ogólnych zarysach przeróbkę na gorąco mosiądzów, brązów aluminiowych, nowego srebra, miedzio-niklu i brązów krzemowych z uwzględnieniem domieszek i zanieczyszczeń.

Specjalnie przeróbce na gorąco brązów cynowych poświęcona jest praca D. Showella. Autor podkreśla znaczenie użycia do wytopu jak najczystszych surowców. Brązy cynowe przerabia się na gorąco o wiele trudniej niż inne stopy i zakres temperatur przeróbki na gorąco jest mniejszy. Uwzględniona jest obróbka na gorąco w drodze walcowania i wytłaczania. Opisane są skuteczne metody przeróbki brązów fosforowych o zawartości Sn 10 do 15 %.

Przeróbką ołowiu i jego stopów zajmuje się artykuł L. H. Backa. Autor opisuje produkcję rur, blach i tub ołowiowych.

Artykuł C. W. Robertsa i B. Waltersa poświęcony jest przeróbce walcowniczej cynku i stopów bogatych w cynk. Omawiane są w nim problemy metalurgiczne związane z walcowaniem oraz wpływ walcowania na własności produktu. Autorzy podają również tolerancje zanieczyszczeń cynku walcowniczego.

Ostatnie stronice książki poświęcono dyskusji nad powyższymi pracami.

Prace te dają wyczerpujący przegląd metod i doświadczeń stosowanych w praktyce. Podczas gdy przeróbka na gorąco miedzi, ołowiu aluminium, cynku i stopów tych metali są na ogół znane, przeróbka plastyczna magnezu i jego stopów (artykuł Wilkinsona i Foxa) jest w Polsce mało znana. Praca C. W. Robertsa i B. Waltersa podaje wpływ zanieczyszczeń na walcowanie cynku opierając się na nowych doświadczeniach na skalę techniczną.

E. Zalesiński

Kucie i tłoczenie w zarysie. *Józef Weber*, inżynier-technolog. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1950. Format B5, str. 198, rys. 263.

W podręczniku omówiono zagadnienia związane bezpośrednio — a niekiedy jedynie pośrednio — z tematem wymienionym w tytule. W rozdziałach I i II rozpatrzono paliwa stosowane w hutnictwie oraz procesy spalania i podano opis szeregu palników do różnych paliw. W rozdziale III omówiono ogniska i piece kuźnicze i podano opis różnych typów pieców tudzież schematy konstrukcji. Metody badania materiałów zajmują rozdział IV, w którym znajdujemy nie tylko opis prób i pomiarów, lecz i zasady konstrukcji i działania maszyn, np. do rozciągania próbek, do badań udarności i tłoczności itp. W rozdziale V o własnościach stali rozważono wpływ zawartości węgla na własności stali, własności stali przy temperaturach wyższych i skutki zgniotu. Rozdział VI poświęcono nagrzewaniu stali oraz analizie cieplnej stali i układu Fe-Fe_3O, opisowi rodzajów obróbki cieplnej, jak również procesom powstawania i usuwania zgorzeliny. W rozdziałach VII i VIII omówiono zasady przeróbki plastycznej, włóknistość jako skutek przeróbki plastycznej, zależność własności stali od przebiegu włókien i poszczególne operacje kowalskie, z dużą przewagą procesów kucia ręcznego, co zaciążyło także na rozdziale IX o narzędziach służących do kucia. W rozdziałach X i XI obszernie podano opisy działania różnych typów młotów i kuźniarek. Tłoczeniu poświęcił autor w rozdziale XII stosunkowo mało miejsca, opisując kilka typów pras, począwszy od ręcznych aż do hydraulicznych, a w końcowej części książki kilka schematycznych przebiegów operacji tłoczenia.

W rozdziale XIII znajdują się opisy kucia w matrycach ilustrowane szeregiem przykładów konstrukcji wykrojów w matrycach.

Uwagę zwraca fakt, że zarówno w rozdziale o operacjach kowalskich jak i o narzędziach autor poświęca bardzo dużo miejsca operacjom i narzędziom do kucia ręcznego, co w podręczniku dla techników wydaje się niezbyt właściwe.

W pracy daje się zauważyć szereg nieścisłości i drobnych braków. Omawiając zasady i działanie palników do pieców, inż. Weber nie podaje ich charakterystyk i nie rozpatruje możliwości i wskazówek ich stosowania, co nawet dla celów nauczania byłoby wskazane.

Na str. 36, omawiając wpływ rozsunięcia przedmiotów na szybkość nagrzewania umieszczono tablicę, z której wynikałoby, że im większe jest rozsunięcie przedmiotów, tym krótszy jest czas nagrzewu. Można by stąd wyciągnąć mylny wniosek, że najkorzystniej byłoby kęsy rozsuwać jak najszerzej. Tymczasem należy pamiętać, że w piecach przemysłowych istnieje wielkość optymalna rozsunięcia, przy której uzyskuje się najlepszą wydajność pieca, mierzoną ilością nagrzewanego metalu na 1 m^2 trzonu na 1 godzinę biegu pieca. Na str. 61 zaznaczono, że przy temperaturze 650° C lub poniżej niej przeprowadza się ujednorodnienie. Tam również, mówiąc o konieczności usuwania naprężeń, nazwano wyżarzanie ulepszaniem cieplnym, co jest niezgodne z przyjętymi określeniami procesów obróbki cieplnej. Posłu-

gując się wykresami o własnościach stali, autor nie podaje źródeł, skąd wykresy te czerpał.

Na str. 124, omawiając dopuszczalne obciążenia gruntu pod fundamenty, podano zbyt wysokie dopuszczalne obciążenia, np. 6,5 do 7,5 kG/cm², posługując się przy tym nieprzyjętymi terminami, jak np. ziemia zleżała, piaski zleżałe itp. Na str. 160 autor pominął duże rozpowszechnienie pras hydraulicznych do kucia swobodnego. A przecież prasy hydrauliczne zastępują coraz powszechniej prasy paro- i powietrzno- hydrauliczne.

Omawiając materiały na matryce autor nie podaje gatunków stali zalecanych w Polskich Normach, które dość szczegółowo określają stale w zależności od warunków pracy matrycy.

W zakresie słownictwa autor popełnia szereg nieścisłości, używając terminów nieprzyjętych, jak np. „rygle" zamiast „kęsy", młoty „powietrzne" zamiast (jak wynika z rysunku) „sprężarkowe", „tłoczyć" (w sensie operacji kuźniczej) zamiast „prasować", matryce „wielostrumieniowe" zamiast „wielowykrojowe".

Książkę należy ocenić dodatnio, gdyż wypełnia dotkliwą lukę w naszej literaturze technicznej, przynajmniej w zakresie dydaktycznym.

K. Piliński

Szybkościowa obróbka metali w zakładach budowy maszyn. *W. Gerst i P. Popow.* Przełożył z rosyjskiego inż. K. Ukielski. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1950. Format A5, str. 95, rys. 63.

Broszura, o której mowa opisuje wstępne poczynania w jednym z zakładów budowy maszyn w ZSRR, gdzie już w 1944 r. podjęto próby skrawania szybkościowego, stosując ujemne kąty skrawania. Ciekawe jest, że próby rozpoczęto od frezowania, nie zaś od toczenia, co utrudniło otrzymanie jasnych wyników i prostych zależności liczbowych dawało wszakże pomyślne rezultaty w obniżeniu kosztów produkcji przy wykonywaniu jednej z droższych operacji, do których zalicza się frezowanie. Ten moment o dużym znaczeniu propagandowym spowodował zapewne wielkie zainteresowanie się tematem całej załogi fabryki, a co za tym idzie szybkie rozpowszechnienie nowej metody. Tu żywy i prężny organizm, opanowany duchem postępu i oszczędności, dokonał przewrotu, pozostawiając pracownikom naukowym i teoretykom pracę polegającą na zebraniu materiałów, usystematyzowaniu ich i podaniu w postaci uzupełnionej teorią do stosowania w innych zakładach. Z podłoża, na którym powstała książka, wynikają jej dodatnie i ujemne strony. Do dodatnich trzeba zaliczyć szczegółowe zobrazowanie środków zastosowanych w początkach wprowadzania metody jak również przedstawienie trudności, które napotkano tudzież dróg, na których je zwalczano. Do ujemnych cech książki należą: ograniczony zakres przepisów technologicznych i wskazówek dotyczących konstrukcji narzędzi do szybkościowego skrawania oraz danych dotyczących optymalnych warunków pracy.

Rozdział pierwszy, w którym podano metody stosowane w opisywanym zakładzie i przekrój przez kilkuletnie doświadczenia powinien być przeczytany nie tylko przez fachowców, ale również przez osoby odpowiedzialne za wprowadzanie postępu technicznego, gdyż daje piękną szkołę współpracy, uporu i konsekwentnego a zarazem szybkiego dążenia do wytkniętego celu. Drugi — najobszerniejszy — rozdział stanowi trzon książki i obejmuje wyniki trzyletniej pracy nad wprowadzaniem szybkościowego frezowania. Uwzględniono w nim krótko dane dotyczące konstrukcji noży do głowic frezarskich oraz zalecane warunki pracy, natomiast bardzo obszernie omówiono tudzież zilustrowano konstrukcję i wykonanie głowic frezarskich, dając gotowe plany operacyjne z rysunkami i czasami wykonawczymi dla poszczególnych operacji. Sporo miejsca poświęcono poza tym walce o skrócenie czasu zamocowania przedmiotu, który przy skrawaniu szybkościowym stanowi duży udział w ogólnym czasie obróbki. Podano więc szereg różnych konstrukcji przyrządów frezarskich i podkreślono celowość wprowadzania uchwytów oraz zacisków automatycznych, hydraulicznych i wieloprzedmiotowych. Rozważania te nie wnoszą wprawdzie niczego nowego, są jednak bardzo pożyteczne, gdyż podają oświetlenie całości zagadnienia i gotowe opracowania warsztatowe umożliwiające natychmiastowe wprowadzenie owej metody w innych zakładach. Rozdział zamykają rozważania dotyczące doboru frezarek do szybkościowego skrawania, z których wynika możliwość użycia większości normalnych obrabiarek do tego celu pod warunkiem doprowadzenia głównych ich elementów do dobrego stanu przez usunięcie luzów, poprawę oliwienia tudzież dobór odpowiedniego narzędzia i warunków pracy. Zasadnicze elementy, od których zależy powodzenie, podane są w końcowych zaleceniach ujętych w ośmiu punktach.

Następny rozdział, traktujący o toczeniu szybkościowym, podaje jeden przykład konstrukcji noża i przybliżone warunki pracy oraz kilka przykładów zastosowania. Ustęp ten omawia problem nader pobieżnie i może mieć obecnie wartość jedynie dla osób, które pierwszy raz stykają się z tym zagadnieniem w celu wprowadzenia ich w temat.

Czwarty rozdział zaznajamia czytelnika z możliwością zastosowania szybkościowego skrawania do wirowego nacinania gwintów, podając zasadnicze wzory tudzież konstrukcję przyrządu, który można zastosować do każdej tokarki. Broszurę zamyka rozdział, rozpatrujący rezultaty stosowania anodowo-mechanicznego ostrzenia narzędzi. Z rozdziału tego wynika, że nawet przy użyciu środków prowizorycznych da się osiągnąć dobre rezultaty.

Ogółem wziąwszy można powiedzieć, że książka nie zawiera najnowszych zdobyczy, opisuje bowiem stosunkowo dawny okres pierwszych doświadczeń, powinnaby być wszakże przeczytana zarówno przez inżyniera jak i rzemieślnika zakładów wprowadzających szybkościowe metody obróbki, gdyż i jeden i drugi potrafi z niej wysnuć praktyczne wnioski umożliwiające osiągnięcie najszybszych rezultatów.

Szybkościowe metody pracy tokarza H. Bortkiewicza. *E. Terman i M. Turin.* Z rosyjskiego przetłumaczył inż. St. Grzymałowski. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa 1950. Format A5, str. 64, rys. 31.

Broszura ta podobna jest do poprzednio przez nas omówionej pod względem zakresu poruszanego tematu i poziomu technicznego. Podaje ona zebrane i usystematyzowane wyniki pracy tokarza H. S. Bortkiewicza, którego zasługą jest wprowadzenie szybkościowego toczenia w Fabryce Obrabiarek im. Świerdłowa w Leningradzie, skąd następnie rozpowszechniono rezultaty na cały przemysł obrabiarkowy ZSRR. Wartość książki polega nie na wyłożeniu teorii i konstrukcji narzędzi do szybkościowego skrawania, gdyż w tym zakresie posiadamy już późniejsze prace, lecz na systematycznym uchwyceniu wszystkich warunków niezbędnych do organizacji miejsca pracy, bez których najlepsze teoretyczne przygotowanie narzędzia i procesu nie doprowadzi do pożądanych rezultatów. Książkę tę charakteryzują: niezwykły upór i wiara w postęp jednostki oraz duch współpracy i koleżeńskiej pomocy. Te zalety predystynują ją do najszerszego rozpowszechnienia nie tylko wśród pracowników warsztatów obróbki skrawaniem, ale również wśród czynników partyjnych i związkowych, które podejmują inicjatywę i biorą udział w organizacji nowatorstwa tudzież postępu jako źródeł realizacji planów państwowych.

Książka obejmuje rezultaty pracy Bortkiewicza od czerwca 1946 r., a więc od chwili, gdy został zdemobilizowany. Na wstępie podano sylwetkę samego Bortkiewicza środowiska i nastroju, w jakim rozpoczął swą

pracę, idąc ramię przy ramieniu z innymi ludźmi Leningradu, dążącymi do wykonania nowego planu pięcioletniego. Następuje szczegółowa charakterystyka obrabiarki, na której Bortkiewicz pracuje, pomiary dokładności i sztywności oraz konieczne przeróbki, mające na celu przystosowanie jej do nowych warunków pracy i odizolowanie od obcych źródeł drgań. Dla zupełnej charakterystyki podano asortyment przedmiotów podlegających obróbce, uzupełniając obraz kilkoma rysunkami oraz tablicą danych wytrzymałościowych. Przeszedłszy do opisu narzędzi stosowanych przez Bortkiewicza wspomniano krótko, że tokarz ten zrezygnował za namową inż. Płotkina ze stosowania dodatnich kątów natarcia i zaczął pracę z nożami z węglików spiekanych przy kącie natarcia 0°, następnie sam doszedł do wniosku, że nóż ma największą wytrzymałość, gdy kąt natarcia jest ujemny. W dalszych rozdziałach podano znane zależności geometryczne wypływające z ustawienia narzędzia tudzież ich wpływ na trwałość noża, powody powstawania żłobka na powierzchni natarcia, jego charakter i wpływ na obróbkę. W tym stadium swej pracy Bortkiewicz doszedł do szybkości skrawania 250 m/min przy przedmiotach o długich powierzchniach wymagających stosowania największej szybkości oraz do 350 m/min przy obróbce przedmiotów, przy której stosowanie największej szybkości jest krótkie i nóż może ostygnąć między poszczególnymi operacjami. Poszukiwania skrócenia czasu obróbki nie ograniczyły się do przyspieszenia skrawania. Szereg prostych i pomysłowych przyrządów umożliwia uniknięcie przerw w pracy, szereg uchwytów skraca czas przygotowania pracy a posługiwanie się metodą współrzędnych ogranicza konieczność pomiarów. Tu Bortkiewicz doszedł do słusznego wniosku, że przy stosowaniu szybkościowych metod obróbki coraz ważniejszą rolę odgrywa dobre przygotowanie pracy i temu zagadnieniu poświęcił specjalną uwagę. Przez dobrą organizację miejsca pracy doszedł do całkowitego wyzyskania dnia roboczego, przez dobre przygotowanie doprowadził do równego rytmu pracy. Trudno się jedynie zgodzić z zasadą, że sam tokarz ma przeprowadzać ostrzenie narzędzi. Mogło to być dobre w pierwszym okresie, gdy nowator wprowadził swe pomysły i wcielał w życie swe doświadczenie, które zdobył przy śledzeniu zachowania się narzędzia w pracy, nie można tego jednak przyjmować jako zasady. Na zakończenie technologicznej części broszury podano szereg przykładów procesu obróbki stosowanego przez Bortkiewicza, opartych na głębokiej analizie i umożliwiających mu wyrobienie normy ponad 400 %.

Dalszy ciąg broszury obrazuje socjalistyczne rozpowszechnianie postępu. Przez kierownictwo fabryki, w której pracuje Bortkiewicz i w której jego metody znalazły oddźwięk, przez komitety dzielnicowe Leningradu, wreszcie przez Ministerstwo Budowy Obrabiarek w Moskwie metoda ta zaczęła rozszerzać się na inne zakłady, inne miasta i inne przemysły. Ta część książki, która opisuje lawinowy charakter upowszechniania nowej metody, jest specjalnie wartościowa dla czytelnika polskiego i powinna wpłynąć na zmianę stanu, w którym cenne pomysły racjonalizatorskie pozostają własnością jednostek.

L. Strzelecki

Geometria wykreślna. *Dr Edward Otto,* prof. Politechniki Warszawskiej. Monografie matematyczne. Tom XVI. Z zasiłku Ministerstwa Szkół Wyższych i Nauki. Spółdzielnia Wydawniczo-Oświatowa „Czytelnik" 1950. Format B5, str. VIII + 272, rys. 429, cena 11 zł.

Treść kursu geometrii wykreślnej wykładanego w politechnikach stanowią zazwyczaj cztery jej działy: rzuty cechowane, rzuty na dwie płaszczyzny, aksonometria i perspektywa. Prócz nich uwzględnia się jeszcze w owym kursie pewne fragmenty geometrii rzutowej, a mianowicie zarysy teorii krzywych i powierzchni drugiego stopnia.

Zarówno geometrii wykreślnej jak i geometrii rzutowej poświęcono w piśmiennictwie polskim obszerne opracowania (książki inż. A. Lewenberga, prof. dra M. Łazarskiego, prof. dra K. Bartla i prof. dra A. Plamitzera), jednakże w związku z koniecznością usprawnienia u nas studiów politechnicznych powstała obecnie potrzeba ujęcia materiału, przeznaczonego dla przyszłych inżynierów, w jednym podręczniku o niewielkiej objętości. Zadanie to spełnia niniejsza książka (wydrukowana w Szwecji jako dar Rządu Szwedzkiego dla odbudowy kultury polskiej). Napisana jest przy tym tak, aby mogli z niej korzystać również i studenci uniwersytetów.

Graficzna strona wydawnictwa stoi na wysokim poziomie.

Analiza matematyczna. *Dr Witold Pogorzelski,* profesor zwyczajny Politechniki Warszawskiej. Tom IV. Biblioteka Podręczników Akademickich. Spółdzielnia Wydawniczo-Oświatowa „Czytelnik" 1951. Format B5, str. 274, rys. 84, cena 20 zł.

Treść: Funkcje zmiennej zespolonej (str. 11-104). — Równania różniczkowe cząstkowe pierwszego rzędu (str. 105 — 143). — Zarys teorii równania Laplace'a, równania falowego i równania przewodnictwa (str. 144 — 259). — O rachunku wariacyjnym (str. 260 — 274).

Książka, której wydania w druku oczekiwaliśmy ze zrozumiałą niecierpliwością, napisana jest głównie dla słuchaczy kursu magisterskiego w politechnikach oraz dla studentów fizyki w uniwersytetach. Zaspokaja ona jedną z pilnych potrzeb naszego piśmiennictwa w dziedzinie matematyki wyższej, albowiem poza II tomem „Podręcznika równań różniczkowych" pióra prof. dra St. Kępińskiego (Lwów 1907) nie posiadaliśmy w ostatnim czterdziestoleciu żadnego nowszego opracowania teorii równań różniczkowych cząstkowych.

Teoria funkcyj zmiennej zespolonej została przedstawiona w podręczniku prof. Pogorzelskiego w sposób jasny i co do zakresu najzupełniej wystarczający. Osoby, pragnące studiować ją głębiej, znajdą obszerny i na wskroś nowoczesny jej wykład w dziele doc. dra S. Saksa i prof. dra A. Zygmunda pt. „Funkcje analityczne" (1948).

Zarysowi rachunku wariacyjnego, stanowiącego niewątpliwie najtrudniejszy dział analizy matematycznej, poświęcił autor mało miejsca, gdyż zaledwie 15 stronic.

W przedmowie do swej książki i w odsyłaczu na str. 145 prof. Pogorzelski zapowiada ukazanie się w najbliższej przyszłości przygotowywanej obecnie przez niego monografii równań całkowych.

Kurs diffierienciałnych urawnienij (Kurs równań różniczkowych). *W. W. Stiepanow.* Wydanie piąte. Moskwa — Leningrad 1950. Format B5, str. 468, rys. 25, cena 7 zł 20 gr.

Podręcznik zmarłego w 1950 r. prof. Stiepanowa zawiera obszerny, systematyczny i przystępnie opracowany wykład teorii równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego oraz wyższych rzędów, ogólnej teorii równań różniczkowych zwyczajnych liniowych, układów równań różniczkowych zwyczajnych i wreszcie teorii równań różniczkowych cząstkowych pierwszego rzędu liniowych i nieliniowych. W książce mowa jest wyłącznie o równaniach różniczkowych w zakresie funkcyj zmiennej rzeczywistej, albowiem teoria równań różniczkowych w zakresie funkcyj zmiennej zespolonej wymaga już wyższego poziomu matematycznego przygotowania czytelnika (znajomości teorii funkcyj analitycznych i powierzchni Riemanna).

Treść ostatniego rozdziału książki napisanego przez prof. A. P. Juszkiewicza stanowi interesujący zarys

historycznego rozwoju teorii równań różniczkowych (str. 428 — 457).

Dużą wartość dydaktyczną dziełka powiększają podane w nim liczne przykłady i zadania z odpowiedziami.

Matematyka. Rok 1951, nr 2. *St. Gołąb.* O pojęciu przekształcenia w matematyce.

Fizyka i Chemia. Rok 1951, nr 4. *St. Pieńkowski.* Fryderyk Joliot-Curie, uczony i patriota. — *E. Gołębiewski.* Gaz świetlny. — *Wł. Lewicki.* Zagadnienie kształcenia politechnicznego w programie chemii w szkole ogólnokształcącej. — *St. Sękowski.* Laki próżniowe. — *Dyskusja w sprawie ruchów Browna.*

Postępy Fizyki. Tom II, zeszyt 1 — 3 (styczeń — czerwiec 1951 r.), str. 1 — 192. *Mgr A. Zawadzki.* Śp. prof. dr Marian Grotowski (ur. w 1882 r., zm. w 1951 r.). — *St. Pieńkowski.* Rozproszenie promieni X jako podstawa badań mikrostruktury ciał niejednorodnych. — *L. Sosnowski.* Fizyka polska w okresie międzywojennym i stan jej odbudowy w latach 1945 —1950. — *A. Krause.* Koloidalnie rozproszone gazy. — *Wł. Mościcki.* Mezony. — *M. Jeżewski.* W sprawie pisowni nazw jednostek. — *XIII Zjazd Fizyków Polskich w Krakowie.* — *Terminy, oznaczenia, jednostki.*

Prace Głównego Instytutu Metalurgii. Rok 1951, nr 3. *K. Radźwicki, W. Madej i W. Stronczak.* Brykietowanie miałów rudnych dla celów stalowniczych. — *E. Bućko.* Wpływ składu chemicznego i struktury żeliwa na trwałość wlewnic. — *S. Ochęduszko, W. Rosner i E. Ryszka.* Przepływomierze pływakowe typu „Rota". — *M. Perec.* Wpływ dodatków organicznych na strukturę ołowiu osadzonego elektrolitycznie z kąpieli octanowej. — *M. Schneider.* Ciągnienie drutu na ciągarkach wielostopniowych. — *E. Gąsior.* Metodyka i aparatura do badania odporności metali na działanie korozji naprężeniowej. — *M. Śmiałowski i Z. Ostrowski.* Działanie inhibitorów w procesie wytrawiania stali. Część III. Wpływ stężenia kwasu na skuteczność hamowania reakcji rozpuszczania się żelaza i niklu w kwasie solnym w obecności siarkotlenku dwubenzylu. — *E. Zalesiński.* Termobimetale. — *W. Rutkowski.* Otrzymywanie proszków metodą rozpylania.

Prace Głównego Instytutu Odlewnictwa. Rok 1951, nr 2. *W. Chabowski.* Zagadnienie płynności a stopień ubicia masy formierskiej w świetle wymagań praktyki odlewniczej. — *W. Łoskiewicz i L. Luśniak.* Charakterystyczne składniki strukturalne aluminium hutniczego i niektórych jego stopów w stanie lanym. — *E. Wacław.* Fotoelastyczna metoda badania stanów naprężenia. — *J. Piaskowski.* Żeliwo sferoidalne. Obecny stan zagadnienia. — *M. Misiąg.* Nieelastyczność metali. Teoria C. Zenera.

Przegląd Odlewnictwa. Rok 1951, nr 9. *Prof. inż. J. Weber.* W sprawie wykorzystania żeliwa wysokojakościowego jako materiału konstrukcyjnego. — *Inż. M. Dubowicki.* Obróbka cieplna żeliwa szarego. — *Inż. J. Kozielski.* Wpływ prowadzenia wytopu w zasadowym piecu martenowskim na jakość odlewów staliwnych. — *A. L.* Rola dorocznych nagród Państwowych Wydawnictw Technicznych za najlepiej opracowane książki techniczne — D o d a t k i : Biuletyn Informacyjny Głównego Instytutu Odlewnictwa (rocznik I, nr 9 — 10) i Przegląd Bibliograficzny Odlewnictwa (rocznik I, nr 9).

Gaz, Woda i Technika Sanitarna. Rok 1951, nr 7 — 8. *J. Liebfeld.* Rozwój zaopatrzenia w wodę oraz usuwania i oczyszczania ścieków na tle Planu 6-letniego. — *A. Szniolis.* Technika sanitarna, jej stan i potrzeby w Polsce. — *Inż. B. Sperski i inż. L. Obidowicz.* Próby spalania gazu ziemnego w przyborach gazowych. — *Inż. A. T. Troskolański.* O sposobie badania typów wodomierzy wodociągowych. — *Inż. H. Schreiber.* Sposoby zamocowania przewodów dla pary i wody gorącej. — *Dr inż. J. Doliński.* Uwagi o sposobach pobierania prób gazu do analizy. — *Inż. J. Felsz.* Techniczne zagadnienia legalizacji gazomierzy.

Wiadomości Chemiczne. Rok 1951, nr 5. *Teresa Bisanz.* O dyskusji nad teorią rezonansu. — *Józef Zawadzki* (ur. w 1886 r., zm. w 1951 r.) — krótki zarys życia i pracy. — *A. B.* Promieniotwórczość swobodnych neutronów. — *B. O.* Narada poświęcona sprawie modernizacji i metod analitycznych w przemyśle. — *R. M.* XXX-lecie Zakładu Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego.

Przegląd Mechaniczny. Rok 1951, nr 8. Inż. *St. Jabłoński i mgr Cz. Skibka.* Zastosowanie ogrzewania za pomocą promieni podczerwonych w przemyśle. — *Inż. J. Haman.* Pomiar temperatur skrawania metodą termokolorów na tle innych metod dotychczas stosowanych. — *Prof. M. Broszko.* Zakłady o sile wodnej. — Poza tym znajdujemy tu obszerną i wnikliwą recenzję (podpisaną inicjałami P. K.) z książki inż. St. Jabłońskiego pt. „Kalkulacja obróbki cieplnej". — D o d a t k i : Biuletyn Informacyjny Głównego Instytutu Mechaniki (rocznik II, nr 7—8) i „Przegląd Bibliograficzny Mechaniki" (rocznik II, nr 8).

Mechanik. Rok 1951, nr 7—8. *Inż. B. Rumiński.* Nowa socjalistyczna technika — zagadnieniem centralnym. — *Prof. dr inż. W. Moszyński.* Maszyna utysiąckrotniona ramieniem człowieka. — *Inż. P. Kosieradzki.* Nowoczesne urządzenia do niklowania. — *Inż. E. Bryjak.* Nowe zastosowania węglików spiekanych. — *Inż. B. Zacharzewski.* Wyroby masowe ze stali spiekanej (dokończenie). — *Inż. H. Chmielewski.* O planowanie i kolektywną realizację zagadnień racjonalizatorskich. — *Inż. Zb. Muszyński.* W walce o zmniejszenie strat produkcyjnych.

Energetyka. Rok 1951, nr 7—8. *Inż. St. Kasprzyk.* Możliwości przystosowania palenisk rusztowych do spalania gorszych gatunków paliw. — *Inż. K. Zabłocki.* Zasady projektowania urządzeń do oczyszczania spalin w kotłowniach parowych. — *Inż. E. Mokrosz.* Wpływ zmian częstotliwości i napięcia na pracę pieców elektrycznych. — *Inż. P. Buzek.* Zakłócenia w sieci 60 kV spowodowane wyładowaniami elektrycznymi.

Wiadomości Urzędu Patentowego. Rok 1951, nr 2. *Patenty na wynalazki.* Udzielony został patent nr 34372 na stop żelazny trwały w wysokiej temperaturze (Thos. Firth i John Brown Limited, Sheffield). — *Inż. Zb. Muszyński.* Kilka słów o ruchu współzawodnictwa i racjonalizacji w państwach Demokracji Ludowej. — *F. Kowalow.* O naukowe uogólnienie i masowe rozpowszechnienie doświadczeń ruchu stachanowskiego. — *Inż. A. Towpik.* Piec z kąpielą szklaną do ogrzewania przedmiotów metalowych.

J. Chmielowski

Artykuły drukowane w Hutniku są wyrazem indywidualnych poglądów autorów, które nie zawsze pokrywają się z zapatrywaniami Redakcji lub Wydawcy

WYDAWCA: PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE. REDAGUJE KOMITET REDAKCYJNY. REDAKTOR NACZELNY: INŻ. T. MALKIEWICZ. SEKRETARZ REDAKCJI: MIRANDA CIACIUCHOWA. CZŁONKOWIE KOMITETU REDAKCYJNEGO: INŻ. JANUSZ CHMIELOWSKI, INŻ. WŁADYSŁAW KRAWCZYK, MGR STANISŁAW OLEŃSKI, INŻ. TADEUSZ PALMRICH, INŻ. STANISŁAW PRZEGALIŃSKI, INŻ. STEFAN WRÓBLEWSKI.

PRZEGLĄD BIBLIOGRAFICZNY HUTNICTWA

OPRACOWANY PRZEZ OŚRODEK DOKUMENTACJI GŁÓWNEGO INSTYTUTU METALURGII
DODATEK DO MIESIĘCZNIKA „HUTNIK"

ROCZNIK 4 GLIWICE, PAŹDZIERNIK 1951 NR 10

1. PODSTAWOWE NAUKI HUTNICTWA

1 — 35* 545.31 K1 — 10.51
Szczerbakow A. A.: **Badanie własności elektrody antymonowej przy ciągłym pomiarze pH.** „Izuczenje swojstw litowo surmijanowo elektroda pri nieprerywnom izmierienii pH". Ż. Anal. Chim., t. 6, Nr. 3, maj-czerw. 51, s. 157; 9 str., 2 rys., 5 wykr., 5 tab., 11 poz. bibl. — Omówiono: wpływ zanieczyszczeń w metalicznym antymonie i warunków odlewania na własności elektrody Sb; własności elektrod odlanych z bardzo czystego antymonu. Opisano metodykę przeprowadzonych pomiarów współczynnika temperaturowego siły elektromotorycznej układu; odlana elektroda antymonowa/elektroda rtęciowo-kalomelowa. Zalecono sporządzenie elektrody Sb z metalu zawierającego nie więcej jak 0,002% zanieczyszczeń. K. P.

1 — 36* 621.317 K1 — 10.51
Flessner G., Viehmann H.: **Styk między szczotką a pierścieniem ślizgowym o niskim oporze przejścia dla celów pomiarowych.** „Schlifringkontakt für Messzwecke mit niedrigen Kontaktwiederstand". Arch. Techn. Messen, Nr. 178, list. 50, s. F 131; 2 str., 2 wykr., 4 poz. bibl. — Zastosowanie pomocniczej szczotki grafitowej biegnącej bezprądowo umożliwia usunięcie źle przewodzącej warstwy tlenków z pierścieni. Osiąga się przez to obniżenie oporu przejścia do wielkości oporu nieruchomego styku. Opór przejścia jest niezależny od wielkości prądu, a spadek napięcia wolny od napięć zmiennych. Z. T.

1 — 37* 539 K1 — 10.51
Akułow N. S., Kaduszadze T. J.: **O atómowych momentach magnetycznych Fe, Co, Ni.** „Ob atomnych magnitnych momientach Fe, Co, Ni." Dokł. Akad. Nauk SSSR, t. 77, Nr. 4, kwiec. 51, s. 593; 3 str., 1 rys., 1 tab., 6 poz. bibl. —Rozważając wzajemne oddziaływanie elektronów na poziomach energetycznych s i d wyprowadzono wzory na atomowy moment magnetyczny łączące dane teoretyczne z doświadczalnymi. Z. T.

1 — 38* 536:546.65 K1 — 10.51
Riezuchina T. W., Simanow J. P., Gierasimow J. A.: **Termodynamika rzadkich metali.** „Tiermodynamika riedkich mietałłow". Ż. fiz. Chim., t. 25, Nr. 3, marz.. 51, s. 305; 6,5 str., 2 wykr., 3 tab., 9 poz. bibl. — Badanie równowagi Fe Wo_4+H_2. Sposoby przygotowania potrzebnych preparatów. Charakterystyki między - metalicznych połączeń Fe-W, Fe-Wo_4. Omówienie rentgenowskich analiz powyższych związków. W zakresie temperatur 850-1100 C stwierdzono powstawanie tylko jednego metalicznego połączenia Fe_7W_6. Określenie stałych redukcji Fe Wo za pośrednictwem wodoru. K. P.

2. SUROWCE I ICH PRZERÓBKA

2 — 56 (o)* 622.74 K1 — 10.51
Eder T.: **Szlamowanie cz. II. Specjalne metody.** „Schlämmung T. II Besondere Verfahren". Berg u. Huttenm., t. 95, Nr. 11, list. 50, s. 217; 3 str., 3 fot., 2 rys., 5 poz. bibl. — Przygotowanie roztworu do szlamowania przez peptyzację różnymi peptyzatorami. Opis zakładu typu Bavaria do szlamowania kaolinu. Wskaźniki przemysłowe. Charakterystyka liczbowa aparatów firm Lurgi i Kamig. Wpływ kształtu ziarn na proces szlamowania pionowego. W. R.

2 — 57 (o)* 620.318:622.778 K1 — 10.51
Murtsell S.: **Próby porównawcze analizy magnetycznej na separatorach różnego typu.** „Jamforando forsok med olika separationsmetodar for magnetisk analysk." Jernk on tor. Ann., t. 134, Nr. 12, 50, s. 572; 10 str., 4 fot., 1 rys., 1 wykr., 2 tab. —Przeprowadzono doświadczenia z separatorami laboratoryjnymi z magnesem gwiaździstym i ręcznym oraz z separatorem rurowym Davisa. Najlepsze wyniki dał magnes ręczny. M. R.

2 — 58 (o) * 622.765 K1 — 10.51
Quittkat C.: **Rozwój nuowoczesnych mieszadłowych maszyn flotacyjnych.** „Entwicklung moderner Ruhrwerks-Flotationsmachinen". Erzmetall, t. 3, Nr. 8, sierp. 50; s. 267; 7 str., 10 rys., 1 poz. bibl. — Zależność procesu flotacyjnego od typu maszyny flotacyjnej. Opis najczęściej używanych maszyn flotacyjnych z podaniem cech charakterystycznych. Zmiany konstrukcyjne i ulepszenia wprowadzone w okresie ostatnich 25 lat. Wskazówki ułatwiające wybór odpowiednich komór dla różnych sposobów flotacyjnego wzbogacania rud. W. R.

2 — 59 (o)* 622.73:621.924 K1 — 10.51
Weston D.: **Młyn do rozdrabniania minerałów przemysłowych z powietrzną separacją.** „The aerofall mill in the milling of industrial minerals." Canad. Min. Metall. Bull., t. 43, Nr. 464, grudz. 50, s. 669; 6,5 str., 2 rys., 2 wykr., 10 tab., 3 poz. bibl. — Artykuł dyskusyjny omawia działanie nowego typu młyna kulowego przystosowanego do ciągłego rozdrabniania i mielenia na sucho różnych minerałów. Klasyfikacja zmielonego materiału odbywa się przy pomocy powietrza. Młyn w ciągu jednej operacji dostarcza produkt rozdrobniony w 99,8% poniżej 325 mesz. Podano szereg praktycznych przykładów ilustrujących wysoką wydajność procesu rozdrabniania minerałów przy pomocy młyna omawianego typu. K. P.

2 — 60 (n)* 622.75:622.34:669.74 K1 — 10.51
Fomin J. I.: **Drogi polepszenia wzbogacania rud manganowych.** „Puti ułuczszenja obogaszczenja margancewych rud". Gorn. Ż., Nr. 3, marz. 51, s. 28; 5 str., 3 rys., 2 wykr. — Wzbogacanie rud manganowych można polepszyć drogą: 1. płukania rudy po rozmoczeniu w wodzie. 2. zastosowania wzbogacania w zawiesinach ciężkich przy użyciu klasyfikatorów spiralnych. 3. wzbogacania klas drobnych metodami kombinowanymi, elektromagnetycznymi i grawitacyjnymi. 4. wzbogacania szlamów z zastosowaniem separacji elektromagnetycznej, ewentualnie flotacji. 5. aglomeracji drobnych koncentratów. O. M.

2 — 61 (ż)* 622.341 K1 — 10.51
Grudkowanie miałkich rud żelaza i koncentratów. „Pelletising iron ore fines and concentrates". Iron. Coal Tr. Rev., t. 162, Nr. 4335, maj 51, s. 1099; 3,5 str., 3 wykr. Omówienie badań przeprowadzonych w Szwecji USA. Grudkowanie odbywa się w bębnach obrotowych, produkt suszono i spiekano. Podano wpływ wilgoci na mechaniczne własności świeżo sporządzonych grudek. Otrzymane wyniki przedstawiono w formie wykresów. K. P.

2 — 62 (ż)* 553.31 (43—15) K1 — 10.51
Dietrich J.: **Żelaziak brunatny ubogi w mangan w Hessen i przeróbka rud z okręgu Lehn-Dill.** „Der manganarme Brauneisenstein in Hessen und die Aufbereitung der Lahn-Dill-Erze." Stahl u. Eisen, t. 70, Nr. 26, grudz. 50, s. 1205; 3,5 str., 2 rys., 2 tab., 2 poz. bibl. —

Opis złoża. Własności rudy z podaniem analiz. Sposób odbudowy. Ogólny opis płuczek typu „Excelsior" używanych do wzbogacania rudy żelaza z Mardorf. Zużycie wody 1 l. płuczki około 3 m³*minutę. Urobek zawiera 25% Fe, odpady 22% Fe, ekstrakcja 50%, pomimo tego przeróbka jest opłacalna i uznana za dobrą. Zastosowanie skrzyń spiczastych poprawiło ekstrakcję do 82%. Odbudowa i częściowa przeróbka rudy z okręgu Lahn-Dill. Opisano dodatni wpływ kruszenia i przebierania rudy na bieg wielkiego pieca. W. B.

3. PALIWA I GOSPODARKA CIEPLNA

3 — 52* 621.731 Kl — 10.51
Szczelinowy piec kuzienny z automatyczną regulacją. „Automatically controlled hot forge furnace". Was Wld. t. 133, Nr. 3483, maj 51, s. 54; 3 str., 3 fot., 2 rys., 1 wykr. Podano konstrukcję i wymiary pieca opalanego gazem, sposób automatycznej regulacji oraz wyniki pracy. R. W.

3 — 53* 621.18-521 Kl — 10.51
Luhrs J. F.: **Nowoczesna automatyzacja kotłów.** „Trends in modern boiler control". Blast Furn., t. 39, Nr. 1 stycz. 51, s. 110; 3,5 str., 2 rys., 2 wykr., 1 fot. — Przy stosowaniu różnych paliw zadaniem automatyki jest doprowadzenie stale potrzebnej ilości kalorii do paleniska. Ilość pary odbieranej z kotła reguluje dopływ powietrza do spalania, a z kolei ilość powietrza dopływ paliwa. Kontrola spalania opiera się na zawartości tlenu w spalinach. Stosowanie jej wymaga wyższych kwalifikacji od obsługi. R. W.

3 — 54* 621.185 Kl — 10.51
Riabow P. J.: **Wskazówki dla utrzymywania stałego ciśnienia pary w przewoźnych kotłach opłomkowych.** „Ob powyszenii ustojcziwosti dawlenja para w pieriedwiżnych kotłach wodotrubnowo tipa". Energ. Bulletien, Nr. 1, stycz. 51, s. 14; 3 str., 2 rys., 2 tab. — Dla utrzymywania stałego ciśnienia pary w kotłach wskazane jest stosowanie podgrzewania wody ciepłem odpadkowym, sztucznego ciągu za pomocą dmuchawki oraz wprowadzenia wody zasilającej do dolnej części kotła. W. R.

3 — 55* 669.162.16 Kl — 10.51
Obuchowski J. M.: **Produkcja koksu wielkopiecowego z mieszanek bez udziału węgla słabo spiekającego (chudego).** „Połuczenje domienowo koksa biez uglej marki PS". Ugol, t. 25, Nr. 12, grudz. 50, s. 15; 4 str., 5 tab., 3 poz. bibl. — W związku z odczuwanym niedostatkiem węgli typowo koksujących oraz słabo spiekających (chudych) przy produkcji koksu hutniczego, wszelkie usiłowania koksowników radzieckich idą w kierunku zastąpienia ich innymi węglami bez obniżenia jakości produkowanego koksu. Autor przytacza wyniki produkcji koksu z mieszanek bez udziału węgla słabo spiekającego w mieszance, gdzie zastąpiony on został węglem długopłomiennym oraz gazowym. Zagadnienie doboru węgli długopłomiennych oraz ich przeróbka mechaniczna. Wyniki próbnych wytopów na tym koksie. F. B.

4. URZĄDZENIA ZAKŁADÓW PRZEMYSŁOWYCH

4 — 43* 621.774 Kl — 10.51
Pocock P. L.: **Produkcja przewodów gazowych.** „Gas main production". Iron Coal Tr. Rev., t. 162, Nr. 4329, marz. 51, s. 733; 3,4 str., 8 fot., 1 rys. — Opis urządzeń i wyposażenia do produkcji przewodów gazowych o dużych średnicach, sięgających od 460 mm do 2500 mm. Rozplanowanie zakładów, a specjalnie oddziału spawalniczego. J. N.

4 — 44* 621.747:621.86 Kl — 10.51
Robert H., Herman: **Transport materiałów w czyszczalni.** „Handling materials in the cleaning department". Foundry, t. 78, Nr. 9, wrzes. 50, s. 102; 6 str., 15 fot. — Opisano i zilustrowano licznymi fotografiami sposób zmechanizowanego transportu odlewów w czyszczalni odlewów. Mechanizacja oparta jest przede wszystkim na nachylonych samotokach, po których skrzynie z materiałem przesuwają się same pod wpływem ciężkości. Transport napowietrzny oparty jest na zasadzie szyn wiszących, po których przesuwają się również pod wpływem siły ciężkości kółka biegowe z hakami. M. O.

4 — 45* 621.311:628.8 Kl — 10.51
Michalin G. R.: **Wentylacja hali maszynowej elektrowni spalinowej.** „Wentyljacja maszinnowo zała dizelnoj elektrostancji". Energ. Bull., Nr. 1, stycz. 51, s. 1; 6 str., 4 wykr., 3 tab. — W maszynowni spalinowej wydzielają się gazy spalinowe i rozpylony smar przez nieszczelności oraz ciepło. Pogarsza to warunki zdrowotne, zanieczyszcza otoczenie, może doprowadzić do uszkodzenia izolacji elektrycznej. Omówiono krytycznie metodę wentylacji Szanar-Etual. Podano obliczenie potrzebnej wydajności wentylatora w zależności od mocy i typu silników. R. W.

4 — 46* 621.87-83 Kl — 10.51
Suwnice elektryczne. „Electric overhead travelling crane". Iron Coal Tr. Rev., t. 162, Nr. 4328, marz. 51, s. 691; 3,5 str., 4 fot., 1 rys. — Opis konstrukcji, montażu i działania suwnicy elektrycznej o nośności 175 ton na haku, co przy dwu hakach daje pełną nośność 350 ton. Przy rozpiętości 25 metr. jest to jedna z największych suwnic świata i przeznaczona jest do obsługi produkcji największych maszyn elektrycznych. M. O.

4 — 47* 669.013.5:624:331.875 Kl — 10.51
Efros G.: **Organizacja robót budowlanych w truście Magnitostroj".** Miechaniz. Trudoj. Rabot, t. 5, Nr. 4, kwiec. 51, s. 25; 3,5 str., 5 fot., 3 rys. — Przykład organizacji budowlano montażowych prac przy budowie zakładów metalurgicznych o kubaturze budynków **910** tysięcy m³, powierzchni zabudowy około 50 000 m². Mechanizację robót przeprowadzono w blisko 90% — w robotach ziemnych, betonowych i fundamentowych. Zastosowanie układania betonu z pomostów i specjalną pompą o wydajności 25 m³ betonu/godz.. Montaż konstrukcji stalowych. Budowa całego obiektu zakończona została w 10,5 miesiącach. M. M.

5. MATERIAŁY OGNIOTRWAŁE

5 — 50* 666.763.2 K 1 — 10. 51
Grim R. E., Johns W. D.: **Reakcje towarzyszące wypalaniu cegieł.** „Reactions accompanying the firing of brick". J. Am. Ceram. Soc., t. 34, Nr 3, marz. 51, s. 71; 5 str., 1 rys., 3 wykr., 2 tab., 6 poz. bibl. — Studium procesów zachodzących przy wypalaniu cegieł szamotowych (z glin ogniotrwałych, kaolinów i łupków) przy pomocy różnicowej analizy cieplnej. Reakcja rozkładu kaolinitu przebiega gwałtownie, ale nie powoduje zniszczenia cegły. Procesy wypalania węgla i związków siarki zachodzą powoli, powinny być one zakończone przed pojawieniem się fazy ciekłej w materiale. Wskazówki praktyczne dotyczące prowadzenia wypału cegieł. F. N.

5 — 51* 669.183.21/.41:666.763.4 K 1 — 10. 51
Cordwell J. I.: **Ostatnie postępy w dziedzinie zasadowych materiałów ogniotrwałych dla pieców stalowniczych. Cz. I.** „Recent technical progress in basic steel furnace refractories. Part I". Refract. J. t. 27, Nr 4, kwiec. 51 ,s. 128; 10 str., 1 wykr., 2 poz. bibl. — Cha-

rakterystyka sklepień chromo-magnezytowych w piecach martenowskich. Przykładowe zestawienie kosztów remontu sklepienia zasadowego i krzemionkowego w 40-tonowym piecu opalanym gazem koksowym; porównanie konstrukcji obu typów sklepień i strat cieplnych. Użycie materiałów chromo-magnezytowych daje 25%-ową oszczędność oraz korzyści z punktu widzenia jakości stali. F. N.

5 — 52* 666.763 K 1 — 10. 51
Wells R. G., Van Vlack L. H.: **Mineralogiczne i chemiczne zmiany w cegle magnezytowej w warunkach roboczych stalowni.** „Mineral and chemical changes in periclase brick under conditions of steel plant operation". J. Am. Ceram. Soc., t. 34, Nr 2, luty 51, s. 64; 7 str., 2 rys., 4 wykr., 4 mikrogr., 4 makrogr., 3 tab., 14 poz. bibl. — Przegląd dotychczasowych prac. Sposób pobierania i badania próbek. Stwierdzono wyraźny podział na strefy cegieł, wyjętych z pieca martenowskiego, oraz zjawisko migracji stopionych krzemianów w materiale. Opis zmian chemicznych, mineralogicznych i fizycznych w poszczególnych częściach cegieł. Główną przyczyną procesu niszczenia obmurza jest oddzielanie się roboczych powierzchni cegieł na skutek nagromadzenia się dużych ilości stopu krzemianowego w strefach, odpowiadających temperaturze około 1500° C. F. N.

5 — 53* 666.763.3 K 1 — 10. 51
Badania nad cegłami krzemionkowymi. „Silica brick research". Chem. Age, t. 64, Nr 1658, kw. 51, s. 597; 1,5 stk. — Przyczyny niszczenia cegieł krzemionkowych w sklepieniach pieców martenowskich. Strefy występujące w częściach ożużlonych. Wskazania dotyczące doboru surowców i wypalania wyrobów krzemionkowych. F. N.

5 — 54* 666.76 K 1 — 10. 51
Trostel L. J.: **Metoda badania niszczącego wpływu tlenku węgla na cegły wielkopiecowe.** „Carbon disintegration test for blast furnace brick". J. Am. Ceram. Soc., t. 34, Nr 3, marz. 51, s. 76; 6,5 str., 2 fot., 3 rys., 1 wykr., 1 makrogr., 3 tab., 5 poz. bibl. — Przegląd dotychczasowych metod. Opis aparatury, której zasadniczą częścią jest ogrzewana do 500 C komora mieszcząca 60 próbek, zasilana w CO z butli. Urządzenie jest całkowicie zautomatyzowane i pozwala na prowadzenie 1000-godzinnych prób. Dyskusja nad możliwościami dalszego zastosowania, warunkami badania i skrócenia czasu prób. F. N.

6. WIELKOPIECOWNICTWO

6 — 48* 669.162.2.263 K 1 — 10. 51
Towdorf R. P.: **Praca wielkiego pieca przy podwyższonym ciśnieniu w gardzieli.** „Blast funace operation at high top pressure". Iron Coal Tr. Rev., t. 162, Nr 4333, kwiec., 51, s. 955; 7 str., 6 fot., 5 rys. — Bilansowanie pieca. Wyposażenie pieca umożliwiające pracę przy podwyższonym ciśnieniu w gardzieli (piec Nr 1 zakładów Clyde Iron Works — Anglia). Dotychczasowe wyniki pracy W. S.

6 — 49* 669.162.2 K 1 — 10. 51
Elliot G. D.: **Wielkie piece z całkowitym wyłożeniem węglowym.** „Blast furnaces operate with all-carbon linings". Iron Age, t. 166, Nr 12, wrzes., 50, s. 88; 4 str., 1 tab., 2 wykr., 1 fot. — Opis pieca wymurowanego (wraz z szybem) węglem. Założenia konstrukcyjne. Wyniki 5-miesięcznej pracy pieca. W. S.

6 — 50* 66.162.28 K 1 — 10.51
Thiérry P., Szczeniowski H.: **Studium nad ciśnieniem dmuchu wielkopiecoweg.** „A study of blast pressures in blast furnaces". Iron Coal Tr. Rev., t. 162, Nr 4337, ma 51, s. 1199; 7 str., 2 tab., 1 rys., 9 wykr. — Zależność między ciśnieniem dmuchu, jego objętością wprowadzoną do pieca, stopniem podgrzania, ciśnieniem w gardzieli i przepuszczalnością wsadu. Podano podstawy teoretyczne ujęcia tych zależności oraz opisano wyniki obserwacji poczynionych na piecach produkcyjnych. W. S.

6 — 51* 669.162.263 K 1 — 10. 51
Cylew Ł. M.: **Wpływ zawartości tlenku węgla w gazach na odtlenianie rud żelaznych i aglomeratów.** „Wlijanje koncentracji okisi uglerodа w gazach na wosstanowimosti żeleznych rud i agłomieratow". Izw. ANSSS-Tiechn., Nr 1, stycz 51, s. 74; 6 str., 1 rys., 4 wykr., 3 tab., 4 poz. bibl. — Podwyższona zawartość tlenku węgla w gazach wykazała największy wpływ na szybkość odtleniania żelaziaka brunatnego, która wzrastała przy 700° C o 10 — 15 %, a przy 800 — 900 C o 7,5 — 8 %. W aglomeratach wzrost szybkości wynosił 4 — 6 % przy 600 — 800 C i 7 — 10 % przy 1000 C. Czas odtleniania w tym przypadku skracał się o 1,20 — 1,30 razy. J. C.

6 — 52* 669.162.2:666.76:539.16 K 1 — 10. 51
Voice P. W.: **Radioaktywne wskaźniki niszczenia wielkopiecowych materiałów ogniotrwałych.** „Radioactive indicators for blast-furnace refractory wear". J. Iron Steel Inst., t. 167, Nr 2, luty 51, s. 157; 4,5 str., 1 wykr. — Badania przez wmurowanie promieniotwórczego kobaltu do obmurza pieca i śledzenie jego wypłukiwania przez wsad. Opis sposobów przeprowadzania prób. Obliczenie intensywności promieniowania w czasie. W. S.

7. STALOWNICTWO

7 — 72* 669.14-14:621.746.7 K 1 — 10. 51
Birsonowa T.: **Nowa technologia usuwania wad odlewniczych.** „Nowaja tiechnołogja isprawlenja litielnych porokow". Wiest. Maszin, Nr 2, luty 51, s. 50; 1 str. — Opis sposobu usuwania wad zewnętrznych na odlewach staliwnych przez wytapianie płomieniem acetylenowo-tlenowym. Sposób ten daje dobre wyniki, a badania mikrograficzne i mechaniczne wykazały, że materiał przy tej operacji nie podlega żadnemu uszkodzeniu. W. K.

7 — 73* 669.183.213 (71:3) K 1 — 10. 51
Zastosowanie zasadowych materiałów ogniotrwałych do budowy sklepień i głowic pieców martenowskich w USA i Kanadzie. „Primienienje osnownych ognieuporow dla kładki swodow i gołowok w martienowskich pieczach USA i Kanady". Ognieupory, t. 16, Nr 3, marz. 51, s. 132; 1 str., 1 tab., 2 poz. bibl. — Stosowanie cegieł chromomagnezytowych w głowicach pieców martenowskich w porównaniu z głowicami dynasowymi daje oszczędności czasu przy naprawach głowic w wysokości 9 — 15 %, wydajność pieców wzrasta na skutek tego przeciętnie o 5 %. Poza tym stosowanie głowic chromo-magnezytowych pozwala używać z powodzeniem tlenu do intensyfikacji procesów martenowskich. K. R.

7 — 74* 669.14:621.365.2 K 1 — 10. 51
Colinet E: **Mieszanie przez indukcję podczas wytapiania stali w piecach łukowych elektrycznych.** „Brassage par induction dans la fabrication de l'acier au four électrique". Rev. Metall. wg. Iron Age, t. 164, Nr 12, 1949, s. 73 — 78) t. 48, Nr 4, kwiec. 51, s. 140; 3 str., 2 fot., 3 rys., 3 wykr., 1 tab. — Podano opis urządzenia do mieszania kąpieli stalowej w piecu łukowym przez indukcję, sposób umieszczenia urządzenia pod piecem, przebieg mieszania oraz wpływ mieszania na przebieg reakcji metalurgicznych. Stosowanie mieszania przez indukcję daje duże korzyści. W toku są badania zastosowania mieszania indukcyjnego w piecach martenowskich. K R.

7 — 75* 669.183.2:669.787 K 1 — 10. 51
Użycie tlenu w stalownictwie. „The use of oxygen in steelmaking". Metallurgia, t. 42, Nr 248, czerw. 50, s. 29; 3,7 str., 4 fot. — Opis ostatnich osiągnięć w dziedzinie stosowania tlenu w stalownictwie. Omówiono krótko koszty wytwarzania tlenu oraz zastosowanie go w wielkim piecu i konwertorze, obszerniej natomiast potraktowano użycie tlenu w piecach elektrycznych zarówno do wytapiania stali węglowych, jak i przetapiania złomu stali nierdzewnych. Podano osiągnięcia w tym zakresie dwu stalowni angielskich J. N.

7 — 76* 669.14.018:669.776 K 1 — 10. 51
Wilcox R. J.: **Ulepszenie jakości stali nierdzewnej przez użycie niewielkich dodatków selenu.** „Improving stainless quality by the use of minor selenium additions". Alloy Cast. Bull., Nr 15, marz. 51, s. 1; 3 str., 1 makrogr., 5 tab. — Zastosowanie dodatku selenu do niskowęglowych stali nierdzewnych celem wyeliminowania pęcherzy gazowych, które są szczególnie częste w odlewach staliwnych, lanych do świeżych form. Selen dodawano do kadzi lub kąpieli w piecach indukcyjnych w formie żelazoselenu o zawartości 50% Se. Już 0,01 % Se w stali dawało strukturę pozbawioną pęcherzy. J. N.

7 — 77* 669.187.046.542 K 1 — 10. 51
Piana L.: **Kilka doświadczeń z świeżeniem stali tlenem w 2-tonowym piecu łukowym.** „Alcune esperienzo sulla decarburazione con ossigano in formo elletico ad arco per 2 t di acciaio". Metallurgia Ital., t. 43, Nr 1, stycz. 51, s. 20; 6,5 str., 5 fot., 7 poz. bibl. — Próby przeprowadzone przez fabrykę w Marghera. Piec o wymurowaniu zasadowym nominalnej pojemności 1,5 t, przeciążony do 2 t. Początkowe próby dla ustalenia metody i narzędzi do wprowadzania tlenu do kąpieli, zastosowanie lampy, doprowadzanie tlenu przez elektrody. Oszczędność prądu — zwiększenie produkcji. Zużycie tlenu. Korozja wymurowania pieca. Zmniejszenie strat składników stopowych, elektrod. Korzyści ekonomiczne uzależnione od ceny tlenu ,obecnie niewielkie. M. M.

7 — 48* 669.013.5:338.984 K 1 — 10. 51
Repasi G.: **Planowanie produkcji w stalowni.** „Acelmui gyartastervezes". Kohasz. Lapok., t. 6, Nr 4, kwiec. 51, s. 79; 16 str., 12 wykr., 14 makrogr., 5 tab. — Podział stali martenowskich z punktu widzenia metod technologicznych na sześć gatunków, w zależności od zawartości węgla wraz z podziałem na stale handlowe i jakościowe. Zestawienie wsadu dla stali martenowskich przy różnej zawartości surówki: określenie ilości surówki, wapna i rudy. Określenie ilości Si i Mn we wsadzie przy danym składzie żużla. Kolejność ładowania. Zasady wykańczania. Bilans materiałowy wytopu stali. A. P.

7 — 79* 669.183.218 K 1 — 10. 51
Andreotta Ch. J.: **Nowa metoda ładowania pieców martenowskich.** „Novel method of charging open hearth furnaces in use at Armco plant". Blast Furn., t. 39, Nr 3, marz. 51, s. 321; 3 str., 2 fot. — Nowa metoda ładowania trzech 200-tonowych pieców martenowskich. Wózki z korytami naładowanymi złomem podjeżdżają pod pomost piecowy, następnie są hydraulicznie podnoszone przed piec, skąd wsadzarka ładuje je do pieca. Dzięki temu systemowi osiągnięto bardzo dużą szybkość ładowania. J. N.

7 — 80* 669.183.213 K 1 — 10. 51
Schulz-Grunow F.: **Próby modelowe nad przepływem gazów w piecu martenowskim.** „Modellversuche über die Heizgasströmung in Siemens-Martin- Ofen". Stahl u. Eisen, t. 70, Nr 26, grudz. 50, s. 1211; 2,3 str., 9 fot., 1 rys., 2 poz. bibl. — Opis prób modelowych nad przepływem gazów w piecu martenowskim, mających na celu zwiększenie trwałości wyprawy pieca. Omówiono próby na modelach zmniejszonych geometrycznie, w których użyto powietrza i wody jako ośrodków przepływających, omówiono modele szklane oraz technikę wykonywania zdjęć przepływów. J. N.

7 — 81* 669.183.5 K 1 — 10. 51
Hellbrugge H.: **Przerabianie surówki na stal w konwertorze przy użyciu czystego tlenu.** „Die Umwandlung von Roheisen in Stahl im Konverter bei Verwendung von reinem Sauerstoff". Stahl u. Eisen, t. 70, Nr 26, grudz. 50, s. 1208; 3 str., 2 tab., 5 poz., bibl. — Opis prób wdmuchiwania tlenu do małego doświadczalnego konwertora w Gerlafingen (Szwajcaria). Tlen o ciśnieniu 6 do 8 atmosfer wdmuchiwano przez chłodzone wodą dysze na kąpiel w konwertorze o wyłożeniu kwaśnym. Dodatek złomu dochodził do 58 %, a zawartość azotu w stali nie przekraczała na ogół 0,006 %. Dalsze próby prowadzono na wyłożeniu zasadowym. Jakość stali odpowiadała stali martenowskiej. J. N.

7 — 82* 669.162:536.5 K 1 — 10. 51
Kinkler T. B. **Temperatury płynnej stali i surówki w praktyce.** „Liquid iron and steel temperatures in practice". Industr. Heat., t. 17, Nr 8, sierp. 50, s. 1380; 2 str. — Temperatury zmierzone termoparą immersyjną w czasie odlewania surówki, spadek temperatury surówki na przestrzeni wielki piec — piec martenowski, wpływ na temperaturę stali dodatków do pieca martenowskiego, spadek temperatury w czasie rozlewania stali oraz powody tworzenia się wilków. J. N.

8. INNA WYTWÓRCZOŚĆ METALURGICZNA

8 — 47 (n)* 669.046.58:669.11 K 1 — 10. 51
Gield P. W., Iesie O. A.: **Tlenek krzemu w żużlach pochodzących z pieców do wytapiania żelazostopów.** „Okiś kriemnija w szłakach fierospławnych pieczej". Z. Prikł. Chim., t. 23, Nr 11, list. 50, s. 1200; 3 str., 1 fot., 4 mikrogr., 2 tab., 10 poz. bibl. — Przeprowadzono badania analityczne, mikroskopowe i radiograficzne nad żużlami pochodzącymi z różnych pieców do wytapiania żelazostopów. Ustalono, że żużle otrzymywane w warunkach silnie redukujących posiadają obok SiO_2 również tlenek krzemu. J. Ch.

8 — 48 (l)* 669.713.72 K 1 — 10. 51
Grothe H., Piel O. A.: **Elektroliza chlorku glinu.** „Ueber Salzschmelzen für die Aluminiumchlorid-Elektrolyse". Z. Elektrochem., t. 54, Nr 3, maj 50, s. 210; 5 str., 3 rys., 6 wykr., 1 tab. — Omówiono elektrolizę chlorku glinu prowadzoną w stopionej mieszaninie chlorków potasu, sodu, magnezu i litu przy temperaturze 670 — 730° C. Opis sposobu produkowania chlorku glinu oraz mieszanin przeważnie potrójnych i poczwórnych o składach eutektycznych. Podano szereg wykresów układów podwójnych i potrójnych oraz sposób prowadzenia elektrolizy. M. O.

8 — 49 (n)* 669.782 K 1 — 10. 51
Held P., Bujnow N. N.: **Wytapianie stopów krzemu.** „Wypławka kriemnistych spławow". Z prikł. Chim., t. 23, Nr 10, paźdz. 50, s. 1087; 8 str., 1 fot., 1 rys., 1 wykr., 8 mikrogr., 1 tab., 14 poz. bibl. — Na podstawie badań metodami chemicznymi, krystalograficznymi i mikroskopowymi produktów ulatniających się z pieców wytapiających stopy krzemu i krzem metaliczny określono przyczyny nadmiernych strat krzemu. Podano teorię ulatniania się krzemu w postaci tlenku krzemu. M. O.

9. ODLEWNICTWO

9 — 50 (ż)* 621.743.5 K 1 — 10. 51
Brenner W.: **Tworzenie się łusek przy sporządzaniu wlewnic stalowniczych.** „Die Schalenbildung bei der Herstellung von Stahlwerkskokillen." Metal u.

Giess., t. 1, Nr. 5, maj 51, s. 152; 3,7 str., 1 rys., 2 wykr., 4 mikrogr., 3 makrogr., 4 tab., 9 poz. bibl. — Omówiono powstawanie cienkich łusek na wewnętrznych ściankach wlewnic stalowniczych. Powstawanie ich wyjaśniono działaniem cieplnym ścian wlewnicy na rdzeń. Przez użycie ogniotrwałych niekurczących się rdzeni można zapobiec tworzeniu się łusek. J. N.

9 — 51 (ż)* 669.13.018 K 1 — 10. 51

Sieriedienko B., Kukujewicki W.: **Części silników traktorowych wykonane z żeliwa modyfikowanego.** „Dietali traktornych dwigatielej iz modificirowannowo czuguna." Wiestn. Maszinostr., t. 31, Nr. 5, maj 51, s. 51; 2 str., 1 fot., 1 rys., 2 tab. — Niektóre części silnika traktorowego (wał rozrządczy, wał korbowy, łączniki) wykonane z żeliwa modyfikowanego zdały w praktyce egzamin z wynikiem dodatnim. O. M.

9 — 52 (ż)* 621.746.7 K 1 — 10. 51

Brandau O.: **Przyczyny wybraków i zapobieganie ich powstawaniu w odlewniach staliwa.** „Ausschussursachen und ihre Verhütung in der Stahlgiesserei." Metalu. Giess., t. 1, Nr. 5, maj 51, s. 130; 4 str., 2 fot. — Podzielono przyczyny powstawania wybraków odlewów staliwnych na dwie grupy, z których jedna obejmuje błędy leżące w samym procesie wytwarzania staliwa, druga błędy spowodowane wadliwą pracą obsługi. Do pierwszej grupy zaliczono błędy konstrukcji modelu, wykonania formy oraz nieodpowiednie tworzywa. Druga grupa omawia błędny proces lania, wybijania i czyszczenia odlewów staliwnych. J. N.

9 — 53 (o)* 621.743.4 K 1 — 10. 51

Lord W. M.: **Rdzenie i formy odlewnicze.** „Foundry, cores and moulds". Iron Steel, t. 23, Nr 1, 1950, s. 21, 4,5 str. — Streszczenie sprawozdania specjalnego podkomitetu ,który zajął się zagadnieniem par i dymów. wywiązujących się z organicznych materiałów wiążących. Rozpatrzono dymy, wydzielające się podczas mieszania, lotne substancje parujące podczas procesu spiekania przy różnych temperaturach, lotne produkty z substancji wiążących, oraz dymy, wydzielające się po spiekaniu i po odlaniu. J. N.

9 — 54 (o)* 621.747 K 1 — 10. 51

Denison W. C.: **Obcinanie zalewów przy pomocy hydraulicznych pras olejowych.** „Trimning flash with oil-hydraulic presses". Die Cast. t. 8, Nr 1, 50, s. 47; 1,5 str., 3 fot. — Zalety obcinania zalewów przy odlewach matrycowych przy pomocy olejowej prasy hydraulicznej. Nadmiar metalu, odcinany przy pomocy matrycy o kształcie odlewu, można usunąć szybko i ekonomicznie za jednym posuwem prasy. J. N.

10. PRZERÓBKA PLASTYCZNA

10 — 78 (o)* 621.98 K 1 — 10. 51

Popow E. A.: **Rozkład naprężeń i stopień odkształcenia przy tłoczeniu ze zmniejszeniem grubości ścian.** „Dieformirujuszczije usilja i stiepień deformacji pri wytiażkie z utonienjem stienki." Wiestn. Maszinostr., t 31, Nr. 1, stycz. 51, s. 26; 5 str., 5 rys., 2 tab., 2 poz. bibl. — Zmniejszenie ilości kolejnych etapów tłoczenia. Podano rozkład naprężeń występujących w czasie płynięcia metalu. Wzory ogólne oraz uwzględniające wpływ tarcia. Rozpatrzono zjawiska występujące przy tłoczeniu w jednej, dwóch i trzech matrycach. Podano dopuszczalne naciski tłoczenia dla poszczególnych przypadków. Zwiększenie ilości operacji rozszerzyło zakres odkształcalności plastycznej i pozwoliło na zastosowanie większego odkształcenia. R. W.

10 — 79 (o)* 621.794.41 K 1 — 10. 51

Mulcary E. W.: **Bębnowa trawialnia bednarki w zwojach.** „Rotary pickling plant for handling hot-rolled strip in coils." Sheet Metal Ind., t. 28, Nr 289, maj 51, s. 435; 3,5 str., 2 fot., 2 rys., 1 wykr. — Na trawialni tej blachę taśmową trawi się w zwojach. Zwoje umieszczone są w specjalnych bębnach obracających się w kąpieli w przeciwnym kierunku do zwojów blachy taśmowej. W ten sposób nie zwiększając wielkości trawialni podwyższono wydajność i zmniejszono zużycie kwasu. Zużycie kwasu 24 kg/t bednarki szer. 50—225 mm. Zużycie emulsji 625l/tyg. tzn. 2,2 stali/4,53 l. Zużycie wapna 1230 kg/tyg. tzn. 13,4 t stali/50,8 kg wapna. Zużycie inhibitorów 15,2 kg/tyg., tzn. 9,7 t stali/453 g inhibitora. Wydajność tygodniowa 325 t przy trójzmianowej produkcji. R. W.

10 — 80 (o)* 621.944:331.875 K 1 — 10. 51

Kobziew P. M.: **Mechanizacja procesów produkcyjnych w Zakładach Kirowskich.** „Miechanizacja proizwodstwiennych processow na kirowskom zawodie." Miech. Trud. Tiaż. Rab., t. 5, Nr. 4, kwiec. 51, s. 28; 3 str., 2 fot., 1 rys. — Opisano szereg nowych pomocniczych urządzeń walcowni, zabudowanych ostatnio w hucie kirowskiej. Udoskonalone konstrukcje transporterów, samotoków, pił i chłodni zwiększają przelotowość walcarek i wydajność walcowni. R. W.

10 — 81 (o)* 621.771.2:621.385 K 1 — 10. 51

Wusatowski R.: **Zastosowanie urządzeń elektronowych w walcownictwie.** Hutnik, t. 18, Nr. 2, luty 51, s. 72; 2,5 str., 3 rys., 1 wykr. — Wszechstronny rozwój walcownictwa wywołał konieczność stosowania precyzyjnych aparatów do sterowania poszczególnych urządzeń i kontroli jakości półwyrobów i wyników. Opisano elementarne części urządzeń elektronowych, ich działanie i zastosowanie. R. W.

10 — 82 (ż)* 621.771:621.791 K 1 — 10. 51

Midleton J. H.: **Wyrób rur spawanych elektrycznie.** „Manufacture of electric fusion welded pipe." Iron Steel, Engn., t. 28, Nr. 3, marz., 51, s. 66; 4 str., 4 fot. — Blachy po zagięciu brzegów wyginane są na rury przy pomocy walców. Spawanie łukowe. Po spawaniu rury są walcowane i poddawane próbie ciśnienia. Produkowane rury używa się na przewody gazowe pod wysokim ciśnieniem. R. W.

10 — 83 (ż)* 621.771.23:669.68 K 1 — 10. 51

Hoaer W. E.: **Rozwój i produkcja blach białych powlekanych elektrolitycznie.** „The development, production and manufacture of electrotinplate". Sheet Metal Ind. t. 28, Nr 288, kwiec. 51, s. 309; 12,5 str., 9 fot., 6 rys., 1 wykr., 35poz. bibl. — Proces ogniowy ogranicza produkcję do blach, których grubość powłoki nie może być mniejszą niż 0,017 mm, a ponadto może wahać się w różnych miejscach blach w szerokich granicach. Przy elektrolitycznym sposobie unikamy tych wad oraz mamy możność uruchomienia produkcji ciągłej. Przed pokrywaniem taśma jest elektrolitycznie odtłuszczana w kąpielach kwaśnych i zasadowych. Po pokryciu warstwą cyny zostaje ona lekko nadtopiona, przez co zyskuje się zwartość powłoki i lśniący połysk, i sztucznie utleniona dla zwiększenia przyczepności lakierów i naoliwiania. R. W.

10 — 84 (o)* 621.771.26:657.47 K 1 — 10. 51

Weissenberg B.: **Zagadnienie kształtowników i materiałów prętowych.** „Zur Frage des Form-und Stabstahlprofile". Stahl u. Eisen t. 70, Nr 17, sierp 50, s. 755; 1,5 str., 2 poz. bibl. — Wskazano możliwości zmniejszenia ciężaru dwuteowników o 80% przy zachowaniu niezmienionych wskaźników wytrzymałości przekroju. Projekt zmniejszenia przekroju poprzecznego kształtowników posiada duże znaczenie z punktu widzenia oszczędności w gospodarce stalą. Ponadto zmniejszenie ciężaru walcowanych kształtowników daje możność zmniejszenia kosztów własnych w dziedzinie transportu i składowania. R. W.

11. OBRÓBKA CIEPLNA

11 — 54 (ż)* 621.785.542:669.15-194 K 1 — 10. 51
Gronegress H. W.: **Wpływ hartowności stali na wyniki przy hartowaniu płomieniem.** „Einfluss des Härtbarkeit eines Stahles auf das Ergebniss beim Flammenhärten." Stahl u. Eisen, t. 70, Nr. 5, marz. 50, s. 192; 4 str., 1 fot., 7 wykr., 3 tab., 7 poz. bibl. — Przeprowadzono badania nad stalami: węglową, manganowo wanadową i chromową. Ustalono średnice krytyczne, osiągalne grubości warstwy powierzchniowej w zależności od średnicy i omówiono wpływ warunków hartowania płomieniem na wyniki. B. K.

11 — 55 (ż)* 669.13/14:621.785.542 K 1 — 10. 51
Utwardzanie płomieniem. Praktyczne zastosowanie do stali i żeliw. „Flame hardening. Practical applications to steels and cast irons." Iron Steel, t. 24, Nr. 3; marz. 51, s. 107; 3,5 str., 7 fot., 5 rys. — Przemysłowe przykłady hartowania płomieniem acetylenowo-tlenowym elementów stalowych i żeliwnych. Hartowanie miejscowe mniejszych przedmiotów, jak również powierzchniowe wielkich elementów: walców i pierścieni o średnicy 3 m. B. K.

11 — 56 (o)* 621.784.6 K 1 — 10. 51
Adam W. J.; Rousseau L. B.: **Nowoczesna obróbka cieplna. Hartowanie stopniowe.** „Modern heat treating. Interrupted quenching." Metal Progress, t. 57, Nr. 6, czerw. 50, s. 765; 4 str., 2 fot., 4 wykr. — Porównanie szybkości chłodzenia oleju, wody i solanki z kąpielami solnymi. Zastosowanie kąpieli solnych do nowoczesnych metod obróbki cieplnej stopów metali, przegląd obróbek cieplnych stopniowych i przykłady nowoczesnych zmechanizowanych urządzeń. B. K.

11 — 57 (o)* 621.785.54 K 1 — 10. 51
Scherer L.: **Obróbka cieplna przy utwardzaniu powierzchniowym.** „Traitements thermiques de durcissement superficiel." Mach Mod., t. 45, Nr. 499, luty 51, s. 41; 7 str., 9 fot., 2 rys., 1 wykr., 2 tab. — Opisano maszyny i urządzenia do hartowania płomieniem acetylenowo-tlenowym: francuskie palniki do hartowania oraz francuskie i amerykańskie najbardziej nowoczesne maszyny Al-GSP, Gleason, Fellows, Sculfort-Fockedey i Cincinatti-Flamatic w zastosowaniu do hartowania kół zębatych. Pobieżnie podano również zasady nagrzewania indukcyjnego. B. K.

11 — 58 (l)* 669.721.5:621.785.7 K 1 — 10. 51
Jolivet H., Armand M.: **Wpływ szybkości chłodzenia po homogenizacji na kinetykę przemiany roztworów stałych przesyconych magnezu i krzemu w aluminium.** „Influence de la vitesse de refroidissement aprés homogénéisation sur la cinétique de décomposition des solutions solides sursaturées de magnesium et de silicium dans l'aluminium." Rev. Metall, t. 48, Nr. 2, luty 51, s. 91; 6 str., 5 wykr., 12 mikrogr., 5 poz. bibl. — Dostatecznie znane są dwa czynniki, wpływające na kinetykę przemiany przesyconych roztworów stałych wymienionych stopów: temperatura i stopień przesycenia. Zbadano wpływ trzeciego czynnika: szybkości chłodzenia po homogenizacji na stopy aluminium z krzemem. Ta szybkość chłodzenia może wywrzeć wpływ stabilizujący na roztwór stały. B. K.

12. METALURGIA PROSZKÓW

12 — 38 (o)* 621.775.77 K 1 — 10. 51
Możliwości metalurgii proszków. „Make it in powdered metal". Canad. Metals, t. 13, Nr 12, grudz. 50, s. 12; 2 str. — Wytwarzanie różnych części przedmiotów z proszków metali obniża koszty własne i daje duże korzyści przy masowym wyrobie niewielkich elementów. Liczne możliwości metalurgii proszków zapewniają jej stałe i pewne zastosowanie w szeregu dziedzin dzisiejszej techniki. W. R.

12 — 39 (l)* 621.715-198 K 1 — 10. 51
Zeerleder A.: **Spiekanie stopów aluminiowych.** „Ueber Sintern von Aluminiumlegierungen." Z. Met., t. 41, Nr 8, kwiec. 50, s. 228; 3,4 str., 2 rys., 2 wykr., 1 radiogr., 2 tab., 4 poz. bibl. — SAP jest nowym tworzywem uzyskanym drogą spiekania i następnego wytłaczania na prasie hydraulicznej proszku aluminiowego. Wytrzymałość na rozciąganie tego tworzywa równa jest wytrzymałości ulepszonych termicznie stopów aluminiowych. Ogrzewanie poniżej punktu topliwości obniża tylko nieznacznie wytrzymałość. Tłumaczy się to drobnoziarnistością materiału w wyższych temperaturach, spowodowaną niemożliwością rekrystalizacji na skutek obecności między ziarnami błonki tlenku aluminiowego.

12 — 40 (o)* 621.775.75 K 1 — 10. 51
Iwensen W. A.: **Badanie procesu wzrostu gęstości sprasowanych proszków metali przy spiekaniu. IV. Zagadnienie mechanizmu spiekania.** „Issledowanje processa upłotnienia mietałłokieramiczeskich tieł pri spiekanii. IV. K woprosu o miechanizmie spiekanja." Z. tiechn. Fiz., t. 20, Nr 12, grudz. 50, s. 1483; 6 str., 5 poz. bibl. — Omówiono dotychczasowe poglądy na mechanizm spiekania: Frenkela (wpływ płynięcia lepkiego i napięcia powierzchniowego), Babrzina (migracja powierzchniowa) i Pinesa (migracja „luk" w siatce krystalicznej). Teorie te nie wyjaśniają jednak niektórych wykrytych niedawno prawidłowości zachodzących przy spiekaniu proszków metali. Autor stawia tezę o zależności szybkości płynięcia lepkiego od stężenia defektów strukturalnych w prasówce, względnie proszku wyjściowym B. R.

13. OBRÓBKA MECHANICZNA

13 — 34 (o)* 669.1.017/8:620.179.5 K 1 — 10. 51
Schargin H.: **Jak sprawdzić obrabialność.** „How Revere checks machinability". Steel, t. 126, Nr 25 czerw. 50, s. 84; 3 str., 4 fot., 3 wykr. — Opisano szybką i dokładną metodę dla wyznaczenia obrabialności mosiądzu i innych metali, stosowaną w firmie Revere Copper & Brass. W metodzie tej mierzy się bardzo małe ruchy narzędzia skrawającego, które występują podczas zmian naprężeń tnących. Z. B.

13 — 35 (o)* 531.71:621.753.3 K 1 — 10. 51
Rolt F. H.: **Autograficzny sposób sprawdzania dokładności śrub mikrometrycznych.** „An autographic method of checking the accuracy of micrometer screws." Machinery, t. 78, Nr 1993, stycz. 51, s. 165; 3 str., 4 rys., 2 wykr. — Sposób szybkiej kontroli dokładności śrub mikrometrycznych pozwalający na wykrywanie nawet czysto lokalnych wad (w odróżnieniu od sposobu zwykłego), lecz zato nie dający możności sprawdzenia dokładności napięcia podziałki. Urządzenie daje wyniki w postaci automatycznie wykreślanych wykresów. B. J.

13 — 36(o)* 621.931 K 1 — 10. 51
Bogomołow S. F.: **Nowa zasada wytwarzania pił.** „Nowyj princip izgotowlenja pił." Stanki i Instr., t. 21, Nr 11, paźdz. 50, s. 34; 0,5 str., 2 rys. — Opis nowej konstrukcji urządzenia do wytwarzania pił taśmowych do drzewa i metalu. Podano w zarysach sposób wykonania. Konstrukcja prosta i tania. G. Z.

13 — 37 (o)* 621.941 K 1 — 10. 51
Aranowskij M. J.: **Uogólnienie doświadczenia w dziedzinie łamania wióra.** „Obobszczit' opyt skorostnikow po drobljenju strużki." Wiestn. Maszinostr., t. 31, Nr 1, stycz. 51, s. 40; 6,5 str., 10 rys., 3 tab. — Zebrane doświadczenia szeregu robotników, inżynierów i techników w dziedzinie wykonywania noży tokarskich do szybkościowego toczenia z łamaczami wióra. Szczegółowo podano opis i geometrię 10 noży z łamaczami wióra w różnych wykonaniach, ich zalety i wady. G. Z.

14. OCZYSZCZANIE I WYTRAWIANE POWIERZCHNI

14 — 25 (o)* 621.795 Kl — 10. 51
Linford H., Sauberts E. B.: **Oczyszczanie i przygotowanie powierzchni metali przed elektroplaterowaniem. Przegląd literatury.** „Cleaning and preparation of metals for electroplating. A critical reviev of the literature". Plating, t. 38, Nr. 1, stycz. 51, s. 60; 5,5 str., 1 rys., 1 wykr., 3 tab. — Omówiono znaczenie napięcia powierzchniowego przy oczyszczaniu chemicznym powierzchni metali. Na podstawie zebranej literatury rozważono różne procesy odtłuszczania metali, jak: emulgowanie, zmydlanie tłuszczów, oczyszczanie w rozpuszczalnikach organicznych w stanie cieczy i pary i odtłuszczanie w roztworach cyjanków. Opisano proces usuwania zgorzeliny drogą wytrawiania w kwasach i ługach oraz wytrawiania elektrolitycznego. J. F.

14 — 26 (o)* 669.161:621.35 Kl — 10. 51
Evald P.: **Trawienie katodowe metali w próżni.** „L'attaque cathodique des metaux dans le vide". Rev. Metall., t. 48, Nr. 4, kwiec. 51, s. 122; 3 str., 1 rys., 1 wykr., 3 mikrogr., 1 makrogr., 1 tab., 8 poz. bibl. — Opis urządzenia do trawienia katodowego w próżni w atmosferze argonu oraz kilka przykładów wykonania szlifów mikrograficznych. K. R.

14 — 27 (l)* 620.197.3:669.711 Kl — 10. 51
Clements P. G.: **Środki do oczyszczania stosowane w przemyśle aluminiowym.** „Detergents for use in the aluminium industry. „Light Metals, t. 14, Nr. 155, luty 51, s. 104; 5 str., 3 fot., 2 poz. bibl. — Omówiono odtłuszczanie powierzchni aluminium i niektórych stopów jego z magnezem i miedzią. Teoretyczny zarys procesu odtłuszczania metali lekkich. Wykazano, że w roztworach alkalicznych (Na_2CO_3) skutecznymi inhibitorami są: krzemiany sodowe (szkło wodne) oraz chromiany. Dawka krzemianów wynosi 0,185% SiO_2. Niektóre stopy aluminiowe odtłuszcza się w roztworach metakrzemianów. J. F.

14 — 28 (ż)* 621.922 Kl — 10. 51
Polerowanie całej powierzchni stali. „Full polishing. Steel, t. 127, Nr. 14, paźdz. 50, s. 1; 1 fot. — Nowe zamocowanie blach stali kwasoodpornej na polerce umożliwia równocześnie polerowanie arkusza blachy na całej powirzchni i eliminuje dotychczasowe braki. W. R.

14 — 29 (o)* 621.795 Kl — 10. 51
Cambell J. B.: **Rola kąpieli solnych przy oczyszczaniu powierzchni większości metali.** „Salt baths perform variety of cleaning jobs on most metals". Mater. Meth., t. 32, Nr. 1, lip. 50, s. 60; 5 str., 5 fot. — Ogólny opis procesu usuwania zgorzeliny z powierzchni metali w stopionym ługu sodowym z dodatkiem wodorku sodu. Stwierdzono, że powyższa metoda pozwala na skrócenie czasu wytrawiania, zapewnia dobrą ochronę powierzchni metalu podczas procesu, nie wywo.uje strat metalu oraz nie pociąga za sobą kłopotliwego regenerowania. W kąpielach solnych można wytrawiać większość metali za wyjątkiem tych, które reagują chemicznie z wodorotlenkiem sodowym, oraz własności których ulegają zmianie przy temperaturze 380—430 C. J. F.

14 — 30 (o)* . 621.794 Kl — 10. 51
Kramer: **Nowoczesne odtłuszczanie i suszenie części metalowych.** „Neuzeitliches Entfetten und Trocknen von Metallteilen". Metall, t. 5, Nr. 9/10, maj 51, s. 203; 0,5 str. — Krótko opisane nowe metody odtłuszczania w rozpuszczalnikach organicznych (tri, per), pozwalające równocześnie na szybkie usunięcie wody z powierzchni metalu. J. F.

15. SPAWANIE I INNE SPOSOBY ŁĄCZENIA METALI

15 — 36 (o)* 669.162.213:621.791 Kl — 10. 51
Szniejdierow R. G.: **Deformacja płaszcza wielkiego pieca przy automatycznym spawaniu.** „Dieformacia kożucha domiennoj pieczi pri awtomaticzeskoj swarkie". Awtogen. Dieło, t. 22, Nr. 2, luty 51, s. 21; 3 str., 4 rys., 7 tab., 3 fot. — Opisano automatyczne wykonanie szwów płaszcza wielkiego pieca, skurcz szwów w zależności od grubości spawanego materiału. Stwierdzono, że skurcz szwów pionowych wynosi 2,4 do 1,57 mm, dla poziomych 2,14 do 1,43 mm dla grubości blach od 20 do 30 mm. G. Z.

15 — 37 (ż)* 669.13-434:621.791.92 Kl — 10. 51
Jelistratow P. S.: **Elektrody do napawania żeliwnych walców.** „Elektrody do napławki czugunnych wałkow". Stal, t. 8, Nr. 5, maj 48, s. 471; 1 str., 2 rys. — Podano opis procesu napawania żeliwnych walców. Przez zastosowanie napawania można znacznie przedłużyć czas pracy walców oraz obniżyć ich zużycie. K. R.

15 — 38 (o)* 621.18:621.791 Kl — 10. 51
Cohłmogorow M. J.: **Prace spawalnicze przy montażu kotłów wysokiego ciśnienia 110 ata, 510 C.** „Swaroczynyje raboty pri montaże kotłow wysokowo dawlenja 110 ata. 510 C". Awtog. Dieło, t. 22, Nr. 2, luty 51, s. 24; 3 str., 4 rys., 7 poz. bibl. — Podano materiały na kotły, opis technologii spawania części składowych kotłów oraz obróbkę cieplną. Artykuł na wysokim poziomie. G. Z.

15 — 39 (l)* 669.715:621.791 Kl — 10. 51
Nikiforow G. D.: **Spawanie stopów aluminium wg metody Mati.** „Swarka aluminiewych spławow po mietodu Mati". Awtog. Dieło, t. 22, Nr. 3, marz. 51, s. 1; 3,5 str., 6 fot., 2 rys., 1 makrogr., 1 tab., 2 poz. bibl. — Opis metody spawania aluminium i jego stopów na „styk" do grubości 3 mm elektrodą wolframową przy zastosowaniu topnika. Warunki spawania, sposób przygotowania styków ,wyniki badań wytrzymałościowych i metalograficznych oraz urządzenie do spawania. G. Z.

15 — 40 (ż)* 621.791.052:669.14 Kl — 10. 51
Kuzmak J. M.: **Próba metalu na termiczną czułość w czasie spawania.** „Proba mietałła na czuwstwitielnost k tiermiczeskom cikłu swarki". Awtogen. Dieło, t. 22, Nr. 3, marz. 51, s. 9; 2,5 str., 1 rys., 6 wykr., 3 mikrogr. — Opisano metody badania na spawalność stali przy pomocy określania jej czułości na temperaturę. Podano próbę i kilka wykresów oraz przeprowadzono analizę wyników. Metoda pozwala na kontrolę jakości stali oraz ustalania warunków spawania. G. Z.

16. STRUKTURA I JEJ BADANIA

16 — 52 (ż)* 669.13:669.788;545 Kl — 10. 51
Podolskaja I. W.,Szumowskij I.: **Makroskopowe określenie wodoru w żeliwie.** „Makroskopiczeskoje opriedelenje wodoroda w twierdom czugunie". Wiestn. Maszinostr., t. 31, Nr 4, kwiec. 51, s. 47; 7 str., 1 wykr., 4 mikrogr., 6 makrogr., 2 tab., 2 poz. bibl. — Przeprowadzono badania wodoru w żeliwach podeutektycznych oraz jego wpływ na mikrostrukturę. Zawartość wodoru w żeliwie oznaczono przy pomocy próby makroskopowej tzw. „emaliowej" (pokrywanie powierzchni specjalną emalią i określanie ilości i wielkości pęcherzy). J. CH.

15 — 53 (ż)* 699.14:669.046.562 Kl — 10. 51
Fischer W. A., Koch W.: **Anomalie w zachowaniu się stali podczas nawęglania.** „Das anomale Zementationsverhalten von Stahl". Arch. Eisenhütten, t. 21, Nr 9 — 10, wrzes.-paźdz. 50, s. 345; 9 str., 32 mikrogr.,

3 tab., 10 poz. bibl. — Na specjalnie wykonanych wytopach stali niskowęglowej wykonano próby nawęglania i stwierdzono, że wpływ na jego przebieg posiada zawartość tlenku żelazawego tworzącego wtrącenia niemetaliczne w stali. J. CH.

16 — 54 (ż)* 669.14.018.26:669.111.3 Kl — 10. 51
Mett B. J., Entin R. I.: **O tworzeniu się węglików przy izotermicznej przemianie austenitu w stalach chromowych.** „O karbidoobrazowanii pri izotiermiczeskim razpadie austienita chromistych stalej." Dokł. Akad. Nauk SSSR, t. 72, Nr 3, maj 50, s. 497; 3,5 str., 3 tab., 5 poz. bibl. — Badano wydzielanie się węglików w stalach chromowych, określano ich skład i struktury chemicznie oraz radiograficznie. Stwierdzono, że w zakresie temperatur poniżej A_1 początek izotermicznej przemiany austenitu jest związany z tworzeniem się węglika trwałego. B. K.

16 — 55 (o)* 669.1:621.385.833 Kl — 10. 51
Ellis A. L.: **Mikroskop elektronowy w metalurgii.** „The electron microscope in metallurgy." Blast Furn., t. 38, Nr 6, czerw. 50, s. 681; 5,7 str., 1 wykr., 12 mikrogr., 4 poz. bibl. — Ogólne zasady pracy i preparatyki odcisków do obserwacji struktur na mikroskopie elektronowym oraz dziedziny praktycznego jego zastosowania przy badaniu tworzyw metalowych. J. CH.

16 — 56 (ż)* 699.14:669.787 Kl — 10. 51
Ziliani G.: **Metoda mikroskopowa określania zawartości tlenu w stali.** „Metodo microscopico dell ossigano nell acciaio." Met. Ital., t. 42, Nr 6, 50, s. 225; 5 str., 2 fot., 1 wykr., 3 tab., 7 poz. bibl. — Przedstawiono metodę określania zawartości tlenu w stali drogą obserwacji mikroskopowych. Wprowadzono szereg ulepszeń w stosunku do już istniejących metod tego rodzaju, przez co staje się ona bardziej prosta i dokładna. Podano przykłady praktyczne. Z. W.

16 — 57 (o)* 669.535.82:639.26 Kl — 10. 51
Mikroskop rentgenowski. „Rientgienograficzeskij mikroskop." Uspiechy fiz. Nauk, t. 43, Nr 1, stycz. 51, s. 144; 3 str., 1 fot., 1 rys., 3 poz. bibl. — Opis urządzenia optycznego pozwalającego otrzymać obraz krystalicznej struktury substancji. Przyrząd nie rozszerza możliwości badawczych, jakie daje rentgenowska analiza strukturalna. Z. B.

16 — 58 (n)* 539.25 Kl — 10. 51
Backefen W. A.: **Orientacja krystalitów miedzi pod wpływem naprężeń skręcających.** „The torsion texture of copper." J. Metals, t. 188, Nr 12, grudz. 50, s. 1454; 6 str., 7 rys., 1 wykr., 2 mikrogr., 12 poz. bibl. — Próbki miedzi poddawano działaniu naprężeń skręcających. Zbadano rentgenograficznie orientację ziarn w odkształconych próbkach i wykreślono dla nich figury biegunowe. Ustalono, że tekstura miedzi o wysokim przewodnictwie, poddanej skręcaniu, może być opisana jako zbiór czterech idealnych orientacji. B. Z.

16 — 59 (n)* 539.15 Kl — 10. 51
Busk R. S.: **Parametry postawowych siatek krystalograficznych stopów magnezu.** „Latice parameters of magnesium alloys." J. Metals, t. 188, Nr 12, grudz. 50, s. 1450; 5 str., 1 wykr., 4 tab., 14 poz. bibl. — Przeprowadzono badania rentgenograficzne całego szeregu stopów magnezu i wyznaczono wielkości parametrów ich siatek przestrzennych. Badania przeprowadzono dla różnej zawartości procentowej składników stopowych. Wyprowadzono empiryczne równania pozwalające obliczać wielkości parametrów siatek stopów dwu i trójskładnikowych. B. Z.

16 — 60 (o)* 539.26 Kl — 10. 51
James J. A.: **Określanie orientacji kryształów przy użyciu spektrometru rentgenowskiego z licznikiem Geigera.** „Orientation of crystals using a Geiger counter X-ray spectrometer." J. scien. Instr., t. 27, Nr 12, grudz. 50, s. 326; 1 str., 1 rys., 2 poz. bibl. — Opisano spektrometr rentgenowski z licznikiem Geigera umożliwiający określenie orientacji pojedyńczych kryształów w polikrystalicznych powierzchniach. Metoda szybka, dokładność 1 — 2⁰. B. Z.

17. FIZYCZNE BADANIA I WŁASNOŚCI

17 — 47 (o)* 538.6 Kl — 10. 51
Conn G., Donovan B.: **Proste sposoby pomiaru silnych pól magnetycznych.** „A simple method of measuring large magnetic fields." J. scien. Instr., t. 28, Nr 1, stycz. 51, s. 7; 3str., 5 wykr., 9 poz. bibl. — Prosty sposób przygotowania cienkiego drutu bizmutowego do pomiarów silnych pól magnetycznych. Stopiony bizmut odlewa się do cienkiej rurki ze szkła sodowego, a następnie z rurką wyciąga się do żądanej grubości. Opór sondy bizmutowej dochodzi do 1600 omów. Podano kilka sposobów zastosowania próbki bizmutu do pomiarów pola magnetycznego. L. K.

17 — 48 (o)* 537.3:666.2 Kl — 10. 51
Ewstropjew K. S., Kuzniecow A. J.: **Przewodność elektryczna szkieł układu $PbO\text{-}SiO_2$.** „Elektroprowodnost' stiekieł sistiemy $PbO\text{-}SiO_2$." Ż. tiechn. Fiz., t. 21, Nr 1, stycz. 51, s. 108; 8 str., 1 rys., 3 wykr., 6 tab., 3 poz. bibl. — Opisano dokładnie szczegóły pomiarów i przygotowania próbek. Podano wyniki pomiarów dla szkieł o różnej zawartości ołowiu, różnych temperaturach i napięciach. Ustalono zależność przewodności od napięcia składu i temperatury. Omówiono związek między przewodnością a strukturą szkieł. J. T.

17 — 49 (o)* 536.41 Kl — 10. 51
Moyd L.: **Wyznaczanie współczynnika liniowej rozszerzalności cieplnej próbek skał za pomocą ekstensometrów oporowych.** „Determination of the coefficient of linear thermal expansion of rock specimens by means of resistance wire (SR-14) strain gauges." Min. Engn., t. 187, Nr 6, czerw. 50, s. 683; 2 str., 2 fot., 1 rys. — Do pomiarów współczynnika rozszerzalności próbek skał zastosowano ekstensometry oporowe (Strain gauges). Podano szczegóły techniki pomiaru jak kształt próbek, sposób naklejania elementów oporowych i sam przebieg pomiaru. L. K.

17 — 50 (o)* 621.317 Kl — 10. 51
Wajnbaum S. J.: **Przyrząd do pomiaru różnic potencjałów w układach o małej pojemności.** „Pribor dla izmierienja raznostiej potiencjałow w małojemkostnych sistiemach." Zaw. Łab., t. 16, Nr 5, maj 50, s. 629; 2 str., 1 fot., 3 rys. — Pomiar napięcia stałego polega na periodycznym ładowaniu kondensatora i następnie wyładowywaniu go przez galwanometr balistyczny. Przełączanie odbywa się przy pomocy wolno obrabiającej się tarczy z występami. J. T.

17 — 51 (ż)* 669.14 Kl — 10. 51
Przewodność cieplna stali. „Conductibilité calorifique de metaux ferreux" Fonderie, Nr 64, kwiec. 51, s. 2449; 0,5 str., 5 tab. — Zestawiono dane dotyczące wpływu składników stopowych oraz temperatury na przewodność cieplną stali. Podano przewodność czystego żelaza, perlitu, grafitu i cementu oraz porównano przewodność żeliwa i staliwa w zależności od obróbki cieplnej. L. K.

17 — 52 (o)* 542.79:546.29 Kl — 10. 51
Jackson L., Preston H., Wills H.: **Mały kriostat chłodzony gazem dla temperatur między 4⁰ i 14⁰ K.** „A small gas-cooled cryostat for temperatures between 4⁰K and 14⁰K." J. scient. Instr., t. 28, Nr 4, kwiec. 51, s. 99; 2 str., 2 rys., 4 poz. bibl. — Krótki opis małego aparatu Lindego do skroplenia helu. W celu uzyska-

nia stałej temperatury w zakresie od 4 — 14°K do powyższego aparatu dołączono desorpcyjny kriostat, w którym dopływ ciepła z zewnątrz równoważy się za pomocą desorpcji helu z węgla drzewnego. L. K.

18. POMIARY, REGULACJA, PRZYRZĄDY

18 — 36* 536.5 Kl — 10. 51

Wilson R.: **Podstawowe skale temperatury i cechowanie przyrządów do jej pomiaru.** „Basic temperature scales and the calibration of temperature measuring instruments." Istrumentation, t. 5, Nr 1, 50, s. 27; 4 str., 6 fot., 1 tab, 3 poz. bibl. — Sposoby wyznaczania skali bezwzględnej Kelvina. Omówiono uchwały dotyczące międzynarodowej skali temperatury z roku 1948 i sposoby cechowania wzorcowych termometrów oporowych, termoelementów i pirometrów optycznych. L. K.

18 — 37* 669.041:536.5 Kl — 10. 51

Barnes R.: **Prosty piec laboratoryjny z regulowaną temperaturą.** „A simple temperature-controlled laboratory furnace." J. scien. Instr., t. 28, Nr 3, marz. 51, s. 89; 4 str., 3 wykr., 5 poz. bibl. — Opis prostego pieca laboratoryjnego, którego jedna część uzwojenia, wykonana z platyny, służy również jako element termometryczny do kontroli temperatury. Drugą część uzwojenia włączoną w szereg stanowi drut chromoniklowy. Szczegóły konstrukcji pieca oraz ideowy schemat układu regulującego. Stałość temperatury $\pm$ 0,1 C przy 750 C. K. L.

18 — 38* 531 787 Kl — 10 51

Spalding D. B.: **Prosty manometr różnicowy dla mierzenia małych prędkości przepływu powietrza.** „A simple manometer for use in the measuring low air velocities." J. scien. Instr., t. 27, Nr 11, list. 50, s. 310; 2,3 str., 4 rys., 2 poz. bibl. — Opis dwóch odmian mikromanometru różnicowego. Działa on w ten sposób, że zmiana poziomu cieczy w rurce powoduje przechylenie dźwigni z lusterkiem. Na to lusterko pada wiązka światła, której odbicie przesuwa się tym bardziej, im większe jest przechylenie dźwigni. Podano sposoby wzorcowania i osiągalną dokładność. R. W.

18 — 39* 534 2 K 1 — 10. 51

Rousselet R., Schlag A.: **Przyczynek do normalizacji klasycznych rur Venturiego.** „Contribution à la normalisation des tubes de Venturi classiques." Rev. Un. Min. Metal. t. 96, Nr 9, wrzes. 50, s. 301; 8 str., 2 rys., 8 wykr., 1 tabl., 2 poz. bibl. — Zarys historyczny stosowania rur Venturiego, wykresy dla obliczenia przepływu według norm angielskich i francuskich, sposób przeprowadzenia pomiarów współczynników przepływu oraz ich wyniki. Ostatnie pomiary dały wartości pośrednie między normami angielskimi i francuskimi. W.

18 — 40* 669.1.011:531.7 K 1 — 10. 51

Carlisle S.: **Postępy w aparaturze pomiarowej i kontrolnej w hutnictwie żelaza i stali** „Advances in measurement and control in iron and steel making." Iron Coal Tr. Rev., t. 161, Nr 4310 list. 50, s. 695; 9 str., 1 fot., 11 rys., 2 wykr, 10 poz. bibl. — Przedyskutowano problem pomiarów różnicy ciśnień w piecu martenowskim; podano szczegóły budowy elektrycznego manometru do tych celów oraz zasadę pneumatycznego przekaźnika do pomiaru przepływu oleju. Omówiono podstawy pomiaru temperatury za pomocą pirometru całkowitego promieniowania, częściowego promieniowania przy zastosowaniu fotokomórki oraz pirometru dwubarwnego. W końcowej części omówiono metody pomiarów stałych i niskich napięć. L. K.

19. MECHANICZNE BADANIA I WŁASNOŚCI

19 — 40 (o)* 679:20.178.1 Kl — 10. 51

Kruse E.: **O próbie twardości i jej zastosowaniu do mas plastycznych.** „Über die Härteprüfung und ihre Anwendung bei Kunststoffen". Schweiz. Arch. t. 16, Nr. 8, sier. 1950, s. 255; 18 str., 6 fot., 6 rys., 6 wykr., 18 poz. bibl. — Różne definicje twardości i wnioski, jakie można wyciągnąć z próby twardości. Najważniejsze statyczne metody wciskowe pomiaru twardości, ich zalety i wady. Zależności między skalami twardości. Wymagania stawiane z teoretycznego i praktycznego punktu widzenia metodzie pomiaru twardości mas plastycznych. Zastosowanie próby twardości do określania mięknięcia mas plastycznych przy podwyższonych temperaturach. B. B.

19 — 41 (ż)* 669-467:620.172 K 1 — 10. 51

Samens W.: **Projektowanie zbiorników i naczyń pracujących pod ciśnieniem.** „Importance of design to tanks and pressure vessels". Weld. J., t. 29, Nr 1, stycz. 50, s. 7; 12 str., 13 rys., 14 poz. bibl. — Poprawne projektowanie zbiorników nie może być oparte jedynie na zastosowaniu wzorów podanych w przepisach dla nieogniowych zbiorników pracujących pod ciśnieniem. Opis rozwoju tych przepisów i podkreślenie konieczności przeprowadzania dalszych badań. Rozpatrywano szczegółowo specyficzne typy części składowych. Omówiono istotę przełomu stali, zależność mechanicznych własności od potrzeb w pracy i rozkład naprężeń zależnie od kształtu. Z. B.

19 — 42 (o)* 620 178.3 K 1 — 10. 51

Puchiner O.: **Wytrzymałość na zmęczenie wałów z poprzecznym otworem przy jednoczesnym zmiennym i statycznym zginaniu i skręcaniu.** „Dauerhaltbarkeit quergebohrter Wellen bai überlagerter wechselnder und statischer Biegung und Verdrehung". Schweitz. Arch, t. 17, Nr. 2, luty 51, s. 46; 16,5 str., 1 fot., 2 rys., 5 wykr., 1 tab., 18 poz. bibl. — Na podstawie znanego rozkładu naprężeń na krawędzi otworu wyprowadzono proste, dla użytku konstruktora wystarczająco dokładne, wzory dla obliczania wytężenia materiału wała z poprzecznym otworem przy jednoczesnym statycznym i zmiennym zginaniu i skręcaniu. Wprowadzone wzory sprawdzono przez porównanie wyników teoretycznych z danymi doświadczalnymi Thuma i Kirmersa oraz z wynikami własnymi doświadczeń. B. B.

19 — 43 (o)* 620.178.6 K 1 — 10. 51

Szechtier W. J.: **Promieniowy wykres plastyczności w addytywnych odkształceniach.** „Łuczewaja diagrama płasticznosti w additiwnych dieformacjach". Zaw. Łab, t. 16, Nr. 10, paźdz. 50, s. 1241; 4 str., 5 wykr., 1 tab., 9 poz. bibl. — Właściwości konstrukcji i zakres zastosowania promieniowego wykresu plastyczności w addytywnych odkształceniach. B. B.

19 — 44 (l)* 620.178.3.6 K 1 — 10. 51

Rosenthal D., Sines G.: **Własne naprężenia i wytrzymałość na zmęczenie.** „Residual stresses and fatigue strength". Met. Progress, t. 58, Nr. 1, lip. 50, s. 76; 0,5 str., 1 wykr., 3 poz. bibl. — Doświadczenia przeprowadzone na blasze ze stopu aluminiowego wykazały, że można podwyższyć prawie o 100% dopuszczalne naprężenie i o 1000% odporność na zmęczenie, jeżeli przemieni się własne naprężenie w badanej części z rozciągających na ściskające. Z. B.

19 — 45 (o)* 620.178.1 K 1 — 10. 51

Tersch H.: **Zjawiska anizotropii przy badaniu mikrotwardości metodą Vickersa.** „Anisotropic-Erscheinungen bei der Mikrohärteprüfung nach der Vickers-Me-

thode". R a d e x- R u n d s c h a u, Nr. 4, 50, s. 194; 7,4 str., 4 rys., 2 mikrogr., 6 poz. bibl. — Zagadnienie pomiaru twardości. Pomiary mikrotwardości kalcytu. Praktyczne znaczenie wyników. B. B.

20. KOROZJA I ZABEZPIECZENIE METALI PRZED KOROZJĄ

20 — 43 (n)* 620.198 K 1 — 10. 51
Makołkin I. A.: **Zastosowanie optyczno-mechanicznej i interferecyjno kontaktowej metody do mierzenia grubości powłok galwanicznych i błonek tlenków.** „Primienienje optiko-miechaniczeskowo i intierfierien-cionno-kontaktnowo mietodow g izmiernieju tołszczyny galwano-pokrytij i okisnych plenok." Z a w o d. Ł a b. t. 16, Nr 12, grudz. 50, s. 1433; 3 str., 1 mikrograf., 3 tabl, 5 poz. bibl. — Na przykładzie powłok galwanicznych miedziowych, niklowych, i chromowych oraz na przykładzie powłok tlenkowych, otrzymywanych na aluminium i stopach magnezowych, wykazano przydatność wspomnianych metod do mierzenia grubości wymienionych powłok. E. G.

20 — 44 (l) 669.718 K 1 — 10. 51
Hess C.: **Proces „Alodine" jako elektrolityczna ochrona aluminium.** „Le procédé Alodine, protection galvanique de l'aluminium". R e v. A l u m i n., t. 28 Nr 174, luty 51 s. 44; 7 str., 13 wykr., 2 tabl. ,17 poz. bibl. — Proces „Alodine" jest obróbką powierzchni aluminium i jego stopów, mającą na celu ułatwić przyczepność farb. Przedmiot zanurza się do kąpieli zawierającej jony PO_4, F i CrO_3 w odpowiednim stosunku. Proces prowadzony jest bez użycia prądu elektrycznego. Na powierzchni metalu powstaje warstewka złożona z tlenku glinu i jego soli kwasów wchodzących w skład kąpieli. Próby laboratoryjne wykazały, że obecność tej warstewki na powierzchni aluminium wytworzonej przez proces „Alodine" zwiększa odporność metalu na korozję. Z. O.

20 — 45 (n)* 669.248:669 38·620.198 K 1 — 10. 51
Knap B., Wesley W.: **Znaczenie ochronne powłoki miedzianej pod powłoką niklowo-chromową na stali** The efect of copper undercoats on the protective value of nickel-chromium coatings of on steel". P l a t i n g. t. 38. Nr. 1, stycz. 51. s. 36; 11 str., 6 radiogr, 10 tabl., 12 poz. bibl. — Wyniki szeregu prób mających na celu ustalenie optymalnej grubości powłok ochronnych dla stali. Próbom podlegały powłoki niklowo-chromowe. Poglądy na rolę powłoki miedziowej pod powłoką niklowo chromową są niezgodne. Ostatnie próby wykazały, że cienka powłoka miedziowa pod niklowo-chromową w pierwszej fazie powstrzymuje szybkość korozji atmosferycznej, lecz przy dalszym działaniu produkty korozji miedzi powodują efekt odwrotny. Opis badań laboratoryjnych i w warunkach naturalnych.

20 — 46 (o)* 620.197 K 1 — 10. 51
Harvey C. C.: **Wybór powłok odpornych na działanie gazów technicznych.** „Selection of protective coatings for chemical fume resistance." C o r r o s i o n. t. 6, Nr. 10, paźdz. 50. s. 323: 3 5 str., 6 fot., 3 poz. bibl. — Korozja malarskich powłok ochronnych pod wpływem: tlenków siarki i azotu. siarkowodoru, chloru, chlorowodoru i amoniaku. Najwyższą odporność na działanie atmosfery zawierającej chlorowodór wykazują powłoki malarskie na podstawie winylowej i asfaltowej oraz pigmentach: czerni węglowej, dwutlenku tytanu, tlenku chromu i niektórych pigmentach organicznych. W. D.

20 — 47 (o)* 541.13:620 193.1 K 1 — 10. 51
Meyer D., Planeta W.: **Elektrogranadyzacja.** P r z e m. C h e m., t. 30, Nr. 4, kwiec. 51, s. 241; 5, 6 str., 8 mikrogr, 4 poz. bibl. — Wykonane doświadczenia wykazały, że zastosowanie prądu zmiennego do fosforanowania, bonderyzacji na gorąco i bonderyzacji na zimno daje warstwy fosforanowe o około 3-krotnie większej odporności na korozję. E. G.

20 — 48 (o)* 669.14-16:620.197.3 K 1 — 10. 51
Balszyn S. A., Nowikow S. K.: **Badanie niektórych inhibitorów trawienia.** „Issledowanje niekotorych inhibitorow trawlenja". Ż. p r i k ł., C h i m., t. 24, Nr. 3, marz. 511 s. 283; 6 str., 12 wykr., 15 poz. bibl. — Badano wpływ dodatku formaldehydu, heksametylotetraminy oraz tiodiglikolu na stopień hamowania rozpuszczania się stali niskowęglowej w roztworach kwasu siarkowego i solnego. Wykazano, że formaldehyd w wyższych stężeniach działa przyspieszająco na rozpuszczanie się stali, co tłumaczono redukcją formaldehydu wodorem, wydzielającym się podczas procesu. Znaleziono, że heksametylotetramina oraz tiodwuglikol są dobrymi opóźniaczami w kąpielach H_2SO_4. Hamowanie w kąpielach HCl jest znacznie słabsze. Badano wpływ dodatku wymiennych substancji na temperaturowy współczynnik rozpuszczania się stali w kwasach. J. F.

21. BADANIE SKŁADU CHEMICZNEGO

21 — 40 (o)* 542.2:546.19 K1 — 10. 51
Aparat Gutzeita do oznaczania arsenu. „Gutzeit arsenic apparatus". C h e m, A g e., t. 64, Nr. 1659, kwiec. 51, s. 626; 0,6 str., 1 rys. — Podano krótki opis i schemat ulepszonej aparatury Gutzeita. Urządzenie wykonane jest z pireksu i posiada wiele zalet. K. P.

21 — 41 (n)* 545 3 K 1 — 10. 51
Piatnickij J. W.: **O trwałości kompleksów winowych kadmu i cynku.** „Ob ustojcziwosti winnokisłych kompleksow kadmja i cinka". Ż. a n a l. C h i m, t. 6, Nr. 2, marz. 51, s. 119; 8 str., 1 rys., 7 tab., 2 poz. bibl. — Polarograficznie stwierdzono, że trwałość kompleksu winowego cynku nie jest większa od amoniakalnego. W roztworach słabokwaśnych i obojętnych tworzy się małozdysocjowana winowa sól cynku, w której jony cynku podstawiają wodory grup karboksylowych. Kompleks winowy kadmu co do trwałości podobny jest do kompleksu cynkowego. S. Z.

21 — 42 (n)* 669.11:545 56 K 1 — 10. 51
Poczajnowu W. J.: **Oznaczanie miedzi w surówkach i stalach metodą bezwiórową.** „Opriedelenje miedi w czugunach i stalach biestrużkowym mietodom". Ż. a n a l. C h i m., t. 6, Nr. 3, maj-czerw. 51, s. 191; 4 str., 2 tab., 3 poz. bibl. — Podano dokładny opis nowoopracowanej metody bezwiórowej pozwalającej na wykonanie analizy Cu zawartej w surówce lub stali w ciągu 10—15 minut. Z przytoczonych danych wynika, że sposób ten daje zadawalające wyniki. Metoda posiada przemysłowe znaczenie. K. P.

21 — 43 (n)* 669.017:544.3 K 1 — 10. 51
Coetze J. F.: **Alkalimetryczne oznaczanie metali przy pomocy zasadowo kwaśnych indykatorów.** „The alkalimetric determination of metals with the aid of acid-base indicators". J. C h e m. S o c., kwiec. 51, s. 997; 7 str, 5 tab. — Alkalimetryczne oznaczanie Al, Co i Cd przy pomocy odpowiednio dobranych zasadowo-kwaśnych indykatorów, które umożliwiają dokładne określenie punktu równoważnego. W punkcie tym wskaźniki te oddziaływują na wodorotlenki. Zasadę sposobu omówiono na przykładzie metody przystosowanej do oznaczania Co. Opisano zmodyfikowany sposób Bayera dotyczący oznaczania Al i nowoopracowaną metodę oznaczania Cd. K. P.

22. KONTROLA PRODUKCJI

22 — 36 (ż)* 669.013.5:658.562 K 1 — 10. 51
Tochowicz S.: **Organizacja i zadania kontroli technicznej w hutach żelaza.** Wiad. Hut., t. 7, Nr. 6, czerw. 51, s. 7; 4 str., 3 wykr. — Omówiono wpływ polepszenia jakości wytworów na koszty własne produkcji. Organizacja kontroli technicznej na zakładach hutniczych. Zadania oddziału kontroli jakości produkcji. Reklamacje i kontrola zamówień. Organizacja zakładu badawczo-doświadczalnego. K. R.

22 — 37 (o)* 669.019:539.26 K 1 — 10. 51
Baldi F.: **Lokalizacja defektów przy pomocy promieni X.** „Localizzacione dei difetti mediante i raggi X". Metallurgia Ital., t. 42, Nr. 4, kwiec. 50, s. 133; 3,4 str., 3 fot., 3 rys., 13 poz. bibl. — Opisano metodę lokalizacji defektów w prześwietlanych przedmiotach opartą na wykonaniu dwóch zdjęć rentgenowskich na dwóch filmach. Otrzymane wyniki są zadawalające pod względem dokładności dla normalnej kontroli przemysłowej. B. Z.

22 — 38 (ż)* 621.798:621.34 K 1 — 10. 51
Urządzenie sortujące dla stali oparte na styku elektrycznym. „Testing unit sorts mixed steels by use of elctrical contact". Iron Steel Engn, t. 27, Nr. 9, wrzes. 50, s. 171; 0,5 str., 1 fot. — Krótki opis aparatu sortującego przedmioty metalowe, a szczególnie stalowe. Urządzenie składa się z elektro-mechanicznej głowicy, w której umieszcza się pręt o znanym składzie. Powstające przy tarciu pręta o materiał badany napięcie odczytuje się na odpowiednim wskaźniku. L. K.

22 — 39 (o)* 620.19:620.15 K 1 — 10. 51
Jellinghaus W.: **Nowe przyrządy do nieniszczącej kontroli magnetycznej.** „Neue Geräte zur zerstörungsfreien Prüfung auf magnetischer Grundlage". Arch Eisenhüt., t. 22, Nr. 3-4, marz.-kwiec. 51, s. 111; 4 str., 5 rys., 2 wykr., 7 poz. bibl. — Zasady działania kilku przyrządów służących do wykrywania wad materiałowych i sortowania. Pierwszy z nich „Ferrotest" oparto na indukcyjnej zasadzie różnicowej z próbką porównawczą. Dodatkowe urządzenie pozwala na pomiar chwilowych wartości na krzywej-napięcie-czas, co zwiększa znacznie czułość. Urządzenie do wykrywania pęknięć oraz do sortowania wyposażono w specjalną sondę do pomiaru pola rozproszonego. Powyższe przyrządy tylko wtedy mogą oddać usługę, gdy ustali się związek między wielkością wady a wskazaniem przyrządu. L. K.

23. MATERIAŁY I ICH WŁASNOŚCI

23 — 42 (ż)* 669.14.018.23:621.78 K 1 — 10. 51
Pogodina-Aleksiejewa K. M.: **Wpływ obróbki cieplnej na własności stali niskowęglowej.** „Wlijanje tiermiczeskoj obrabotki na swojstwa małouglerodistoj stali". Stal, t. 8, Nr. 8, sierp. 48, s. 749; 2,4 str., 4 wykr., 3 tab. Omówiono wpływ obróbki cieplnej na własności mechaniczne miękkiego żelaza typu Armco. K. R.

23 — 43 (ż)* 669.13:669.28 K 1 — 10. 51
Niekrytyj S. S.: **Wpływ molibdenu na własności odlewów żeliwnych.** „Wlijanje milibdiena na swojstwa czugunnych otliwok". Stal, t 8, Nr. 2, luty 48, s. 167, 6 str., 2 wykr., 9 tab., 8 poz. bibl. — Przy wykorzystaniu we wsadzie do żeliwiaków odpadów przemysłowych, należy właściwie uwzględnić wpływ wprowadzanych przy tym składników stopowych, w szczególności molibdenu. Daje to możność nie tylko wyeliminowania wybraków odlewów, lecz nawet podniesienia ich własności. W wielu przypadkach odlewy żeliwne z molibdenem mogą zastąpić stal węglową.

23 — 44 (n)* 669.245:620.193 K 1 — 10. 51
Teeple H. O.: **Własności materiałów konstrukcyjnych przemysłu chemicznego. Nikiel i stopy wysoko niklowe.** „Properties of chemical engineering materials of construction. Nickel and high-nickel alloys". Industr. Engn. Chem., t. 42, Nr. 10, paźdz. 50, s. 2042; 8 str., 9 poz. bibl. — Odporność niklu, monelu, K-monelu, S-monelu, Inconelu, Hastealloyu B, C, D, Chlorimetru 2,3, Illium G na działanie kwasów (HF, HCl, H_2SO_4, HNO_3, H_2PO_4, H_2SO_3, CH_3COO_4 tłuszczowych, fenolu), zasad, soli, gazów, wody, pary wodnej i in. Ich własności fizyczne, mechaniczne, termiczne i elektryczne. W. D.

23 — 45 (l)* 669.14.018:669.71 K 1 — 10. 51
Stewart F. S., Urban S. F.: **Aluminium obniża odporność na korozję austenitycznych stali kwasoodpornych.** „Aluminium decreases corrosic restistance of austenitic stainless". Iron Age, t. 166, Nr. 7, sierp. 50, s. 91; 5 str, 1 wykr., 10 mikrogr., 1 tab., 4 poz. bibl. — Fazy delta i sigma w stalach 18/8. Badano wpływ Al, które często dodaje się dla odtlenienia lub też zawartości Al w piecu wysokiej częstotliwości. Wzrost Al powoduje wzrost ilości fazy sigma i wpływa wybitnie ujemnie na odporność na korozję. Badano we wrzącym kwasie azotowym. K. M.

23 — 46 (ż)* 669.15-194 K 1 — 10. 51
Schropp K.: **Wpływ stałych składników stali oraz dodatków stopowych na własności stali.** „Einfluss der ständigen Eisenbegleiter und der Legierungselemente auf die Stahleigenschaften". Metalurg. Giess., t. 1, Nr 1, stycz 51, s. 19; 6 str., 1 tabl — Ujęto w formie tablicy wpływ wszystkich składników występujących w stali oraz dodatków stopowych i gazów na własności mechaniczne, fizyczne, metalurgiczne, technologiczne chemiczne oraz wpływ na zjawiska związane z obróbką cieplną. Podano wpływ korzystny i ujemny w 3 stopniach oraz ew. bez wpływu. K. M.

24. ZASTOSOWANIE MATERIAŁÓW

24 — 30* 622.6 K 1 — 10. 51
Reinhold J.: **Cały świat obniża wagę wydobywczych urządzeń górniczych.** „Dans le monde entier on allége les skips et les cages de mines". Rev. Alumin., t. 28, Nr 173, stycz. 51, s. 23; 4,5 str., 6 fot., 3 tab — Skipy do wydobycia węgla oraz klatki wyciągowe szybów wydobywczych wykonane z lekkich stopów aluminium stosowane są w Niemczech, we Francji i w St. Zjedn., ostatnio coraz szerzej w kopalniach węgla Płd. Afryki. Zastosowanie do tych celów lekkich stopów daje następujące korzyści: większy ciężar użyteczny, wyższe przyspieszenie — tym samym większe wydobycie: możliwość wydobywania z większych głębokości bez powiększania mocy maszyn napędowych; większe bezpieczeństwo ruchu; dobra odporność na korozję w pokładach węgla z siarką. M. O.

24 — 31* 625.2:621.883 K 1 — 10. 51
Zmechanizowana produkcja resorów dla taborów kolejowych. „Mechanised production of railway laminated springs". Engineering, t. 171, Nr 4437, luty 51. s. 149; 4 str., 15 fot., 1 rys. — Opis zmechanizowanej wytwórni resorów dla taboru kolejowego. Założeniem jest użycie stali do hartowania w oleju ok. 0,75% C celem uniknięcia dużych odkształceń przy hartowaniu. Opis pieców, urządzeń do obróbki plastycznej, urządzeń transportowych i poszczególnych operacji. Schemat rozplanowania urządzeń. K. M.

25. DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWA I TECHNICZNA

25 — 39* 669.011:06 (41) "49" K 1 — 10 51
Z działalności the Iron and Steel Institute. — Sprawozdanie rady za 1949 r. „Proceedings of the Institute.

Report of Council for 1949". J. Iron Steel Inst., t. 164, Nr 4, kw. 50, s. 385; 7 str., 1 wykr., 1 tab. — Doroczne sprawozdanie z działalności naukowo-badawczej, wydawniczej, szkoleniowej. Sprawy organizacyjne i finansowe. M. K.

25 — 40* 620.01 K 1 — 10. 51
O'Connor I. A.: **Przemysłowe laboratorium badawcze w dawnym budynku szkolnym.** „In the little red school house, a Fourth R". Chem. Eng., t. 57, Nr 2, luty 50, s. 179; 1 str., 2 fot. — Opis laboratorium, urządzonego stosunkowo tanim kosztem w przebudowanym od wewnątrz budynku szkolnym. M. K.

25 — 41* 666 (091) K 1 — 10. 51
Piewzner R. L.: **E. J. Orłow i jego rola w nauce ZSRR.** „E. J. Orłow i jewo rol w otieczestwiennoj naukie". Ognieupory, t. 15, Nr 5, maj 50, s. 195; 4 str., 1 fot., 4 poz bibl. — W związku z piątą rocznicą śmierci omówiono działalność naukową członka Ak. Nauk USRR Orłowa, wybitnego chemika-organika, oraz zasłużonego badacza w zakresie emalii, glazur, cementów, materiałów ogniotrwałych i metali. M. K.

26. GOSPODARKA I ORGANIZACJA

26 — 34* 622.341:519.2 (485) K 1 — 9. 51
Dane statystyczne wydobycia i produkcji rud żelaza w Szwecji. „Statistika moddelanden. Statistik over sveriges bergshantering, sammantalld ur kommerskollegi berattelser". Jernkotor. Ann., t. 134, Nr 2, s. 85; 11,5 str, 16 tabl. — Zestawiono w tablicach dane dotyczące szwedzkiej produkcji rud żelaza, eksport rud, produkcja surówki żeliwa, stali i inych stopów żelaza w latach 1911 — 1948. Koszty podano w koronach szwedzkich. M. R.

26 — 35* 658.51 K 1 — 9. 51
Peterson D. C.: **Podejście konstruktorskie do obniżenia kosztów produkcji.** „An engineering approach to cast reduction". Prod. Engng., t. 21, Nr 7, lip. 50, s. 81; 5 str., 5 fot., 3 rys. — Projekty konstruktorów nie powinny być oceniane jedynie pod kątem ich wartości użytkowej bez uwzględnienia technicznych zagadnień produkcyjnych i kosztów wykonania. Uzasadnienie konieczności koordynacji prac biura konstrukcyjnego, oddziału produkcyjnego i wydziału kosztów celem opracowywania projektów odpowiadających wymaganiom technicznym i ekonomicznym. Przykłady dodatnich wyników osiągniętych dzięki koordynacji prac. M. K.

27. DOKUMENTACJA TECHNICZNA

27 — 29* 669.181.4(088.8) K 1 — 10. 51
Zastosowanie związków alkalicznych do produkcji żelaza gąbczastego przy temperaturze poniżej 850 C. „Emploi de composés alcaline pour la production de fer a moins de 850 C". Circ., Inform. Techn., t. 8, Nr. 4, kwiec. 51, s. 465; 0,5 str., 2 poz. bibl. — Przez dodatek związków alkalicznych w ilości około 5% możliwym jest obniżenie temperatury redukcji poniżej 850 C, wobec czego odpada konieczność zastosowania wymurowania ogniotrwałego w piecu użytym do redukcji. Istotą patentu jest dobór mieszaniny wsadu i mieszaniny związków alkalicznych i węgla. Produkty alkaliczne mają znaczenie katalityczne. (Patent norweski 74.865 Höganas Billesholms aktiebolag Szwecja). M. M.

27 — 30* 669.14.018.45(088.8) K 1 — 10. 51
Stale żaroodporne. „Aciers résitants â chaud". Circ. Inform. Techn., t. 8, Nr. 4, kwiec. 51, s. 470; 0,6 str. — Istotą patentu jest zawartość składników stopowych Ti, Cu, Mo, Cr, Ni, C zapewniająca dobrą odporność na pełzanie. (Patent ang. 577 892 Hatfield, Green). M. M.

27 — 31* 622 341:622 7(088.8) K 1 — 10. 51
Urządzenie do przeróbki ubogich rud żelaza. „Installation pour le traitement des minerais de fer pauvres". Circ. Inform. Techn., t. 8, Nr. 4, kwiec. 51, s. 462; 2 str., 1 rys. — Urządzenie ma pozwolić na ekonomiczne wykorzystanie rud miałkich i rud o zawartości 25% Fe bez użycia koksu metalurgicznego, składa się z pieca obrotowego dla osuszenia i wstępnej redukcji oraz pieca szybowego o niskim szybie, w którym odbywa się wytop. (Patent amer. 2.500 553 Lykken minneapolis St. Zjedn.). M. M.

28. ZAGADNIENIA RÓŻNE

28 — 24* 621.33(485) K1 — 10. 51
Ullefors K. E.: **Wagon do badań i pomiarów kontaktów i przewodów.** „Matvagu for kontaktdningsundersokning". Tekn. Tid., t. 14, kwiec. 51, s. 277; 4 str., 3 fot., 3 rys., 10 wykr. — Omówiono budowę wagonu do badań pomiarów zużycia przewodów i kontaktów elektrycznych dla szwedzkiej kolei elektrycznej i podano wyniki badań. M. R.

28 — 25* 621.89 K 1 — 10. 51
Bohr E: **Dodatki do smarów silnikowych.** „Tillsatoer for motorsmorjałjer". Tekn. Tid., t. 14, Nr. 10, kwiec. 51, s. 317; 4 str. 1 rys., 5 wykr. — Omówiono przyczyny stosowania doatków do smarów oraz wpływ kilku z nich na własności smaru. M. R.

28 — 26* 629.12:621.722:621 744 K 1 — 10. 51
Cerveri P.: **Nowa metoda optycznego trasowania blach.** „Nouvelle methode de tracage optique des toles". Mach. Mod., t. 45, Nr. 502, maj 51, s. 49; 5 str., 4 fot., 1 rys. — Opis metody trasowania blach przy budowie okrętów (do 16 000 t) w firmie Stocznie Okrętowe Goeteborg. Rysunek 1:5 lub 1:10 fotografuje się w formie 9×12. Aparat projekcyjny rzuca zwiększenie na blachę trasowaną, dając obraz 1:1. Uzyskano oszczędność szablonów drewnianych, przyspieszenie produkcji, łatwość trasowania przy pracach remontowych. M. M.

Niniejszy Przegląd Bibliograficzny zawiera jedynie część analiz dokumentacyjnych publikacji z zakresu hutnictwa. Pełna dokumentacja ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych wydawanych przez Główny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej (Warszawa, Ligocka 8). — GIDNT przyjmuje prenumeratę kart dokumentacyjnych, która może obejmować zarówno całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i oddzielne jej działy lub poszczególne zagadnienia i tematy techniczne. Cena karty dokumentacyjnej wynosi w prenumeracie 10 groszy. GIDNT wykonuje (za zwrotem kosztów) fotokopie i mikrofilmy publikacji objętych zarówno przeglądem bibliograficznym jak i kartami dokumentacyjnymi.

Zawiadamiamy, iż następujące księgarnie „Domu Książki" specjalizują się w sprzedaży książek technicznych:

1.	Białystok	— Rynek Kościuszki 12/14
2.	Białystok	— ul. Kilińskiego 10
3.	Bielsko	— ul. Jagiellońska 10
4.	Bydgoszcz	— ul. Czerwonej Armii 2
5.	Bydgoszcz	— ul. Dworcowa 14
6.	Bytom	— ul. Stalina 10
7.	Chorzów	— ul. Wolności 22
8.	Cieszyn	— Plac Stalina 6
9.	Częstochowa	— Al. N.M.P. 14
10.	Elbląg	— ul. 1-go Maja 9
11.	Gdańsk-Wrzeszcz	— ul. Grunwaldzka 76/78
12.	Gdańsk-Wrzeszcz	— ul. Grunwaldzka 8
13.	Gdynia	— ul. 10 Lutego 9
14.	Gliwice	— ul. Zwycięstwa 31
15.	Jelenia Góra	— ul. 1-go Maja 10
16.	Katowice	— ul. Młyńska 2
17.	Kielce	— ul. Kilińskiego 10
18.	Kraków	— ul. Pijarska 17
19.	Kraków	— ul. Podwale 5
20.	Kutno	— ul. 19 Stycznia 1
21.	Leszno	— ul. Giełczyńska 8
22.	Lublin	— ul. Krak. Przedmieście 36
23.	Lublin	— ul. Krak. Przedmieście 29
24.	Łomża	— ul. Giełczyńska 8
25.	Łódź	— ul. Piotrkowska 45
26.	Łódź	— ul. Narutowicza 34
27.	Olsztyn	— ul. Pieniężnego 12
28.	Olsztyn	— ul. Mickiewicza 9
29.	Opole	— ul. Ozimska 8
30.	Ostrów-Wielkopolski	— Rynek 9
31.	Poznań	— ul. Paderewskiego 6
32.	Poznań	— ul. 27 Grudnia 23
33.	Przemyśl	— ul. Franciszkańska 19
34.	Radom	— ul. Żeromskiego 24
35.	Rybnik	— ul. Zamkowa 8
36.	Rzeszów	— ul. 3-go Maja 26
37.	Sandomierz	— ul. Opatowska 4
38.	Sosnowiec	— ul. 3-go Maja 26
39.	Starogard	— ul. Świerczewskiego 25
40.	Suwałki	— Pl. Wolności 10
41.	Szczecin	— Al. Wojska Polskiego 14
42.	Szczecin	— ul. Sikorskiego 7
43.	Tczew	— ul. Dworcowa 29
44.	Tomaszów Mazowiecki	— ul. św. Antoniego 16
45.	Toruń	— ul. Stalingradzka 10/12
46.	Wałbrzych	— ul. Gdańska 9
47.	Warszawa	— ul. Czackiego 3/5
48.	Warszawa	— ul. Marszałkowska 62
49.	Warszawa	— ul. Targowa 15
50.	Warszawa	— ul. Poznańska 12
51.	Warszawa	— Krak. Przedmieście 7
52.	Wrocław	— Rynek 14
53.	Wrocław	— ul. Kuźnicza 29
54.	Zabrze	— ul. Wolności 288
55.	Zamość	— ul. Żeromskiego 3

Zakup literatury fachowej należy przeprowadzać przede wszystkim w wymienionych wyżej księgarniach, jako najlepiej zaopatrzonych w książki techniczne.

Cena numeru 9 zł